LA NAVEGACIÓN DEL GUADALQUIVIR

ENTRE

CÓRDOBA Y SEVILLA



1913

IMPRENTA DEL «DIARIO DE CÓRDOBA»

Conde de Cárdenas, 18 (antes Letrados)

LA NAVEGACION DEL GUADALQUIVIR

ENTRE CÓRDOBA Y SEVILLA

Con la fé y el entusiasmo que nos inspiran el amor a esta tierra y su bienestar y progreso, escribimos varios artículos abogando por el estudio de un proyecto de navegación entre Sevilla y esta capital, idea sugerida por los relatos de los historiadores, que aseguran fué navegable esta porción del río en la antigüedad, y animados por el recuerdo y ejemplo de los grandes servicios y facilidades que, en otros países, prestan los ríos y canales, como agentes económicos de transporte.

La Cámara Agrícola, en primer término, el Consejo de Fomento, más tarde, y después la Cámara de Comercio de Córdoba, han formulado oficialmente al Gobierno la solicitud de aquel estudio, apoyando y suscribiendo esta petición los organismos hermanos de Sevilla,

tan interesada o más que Córdoba, en la realización del proyecto.

Pero transcurre el tiempo, agotador de todas les energías y entusiasmos, y nada se hace ni nadie se mueve a favor de obra tan importante y beneficiosa, en la que ponemos tantas ilusiones y esperanzas, que la consideramos como la de mayor transcendencia de cuantas por Córdoba se anhelan, aparte las ya reconocidas del Pantano del Guadalmellato y el abastecimiento de aguas y alcantarillado.

Y nuestra fué y entusiasmo por tal obra se arraigan y robustecen al considerar, por los datos e impresiones que hasta ahora tenemos, que su realización es empresa de relativa facilidad, por los nuevos y grandes elementos y materiales que la ciencia, la industria y las artes ponen hoy a disposición del hombre, y que en otros tiempos no se conocían e imposibilitaban muchas empresas.

En las investigaciones que hemos hecho buscando antecedentes de la navegación del Guadalquivir en otras épocas, encontramos al fin, como siempre creíamos y esperábamos, algo bien concreto, serio y determinado y de carácter oficial y documentado, que pone fuera de toda duda la posibilidad de nuestra aspiración En el Archivo-Biblioteca Municipal de Córdoba hay un libro, impreso en Madrid, en 1847, por orden del Gobierno, en el que figura, en primer término, una Real orden del Mi-

nisterio de Comercio, Instrucción y Obras públicas, mandando hacer los estudios y reconocimientos del Guadalquivir para la navegación, así como otra Real orden disponiendo se publiquen dichos estudios, para estimular a las empresas y particulares a que acometiesen la obra, a la que el Gobierno brindaba los auxilios y facilidades indispensables.

Dichos estudios y reconocimientos se realizaron en los años de 1842 y 1844 por el Ingeniero Inspector del Cuerpo de Caminos señor don José García Otero, auxiliado por los Ingenieros don Joaquín Núñez de Prado y don Alejandro Olavarría y comprender dos proyectos, uno de canalización del río para hacerlo navegable, y otro de un canal lateral, para navegación, riegos y fuerza, que estimaron también oportuno presentar

Ambos estudios son bastante completos, según puede apreciarse por la suma de observaciones, datos, mediciones, presupuestos y planos que de un modo claro, metódico y razonado se exponen en la edición oficial del citado libro, cuyos trabajos figuran aprobados por la Junta Consultiva de Obras públicas

Sería difícil hacer un extracto de dicho libro, pero es necesario que sea conocido para que no se dude de la utilidad, conveniencia y posibilidad de la obra; y contando con el valioso concurso del Diario de Córdoba, heraldo y paladín de este trascendental proyecto,

vamos a publicarlo casi íntegro. excepto los planos, cuadros de mediciones y algunas páginas de interés secundario.,

Su lectura demostrará que no se trata de una quimera ni de un pasatiempo, y que por patriotismo y por evidentes ventajas y conveniencias generales y particulares, de la región, de la provincia y de la localidad, debemos todos coadyuvar con entusiasmo a su realización.

Nos permitiremos repetir algunas de las consideraciones hechas sobre este asunto, en los artículos publicados el año anterior. agregando otras que nos sugieren los estudios hechos por los Ingenieros.

El constante y progresivo aumento del tráfico y movimiento de toda clase de artículos y mercancías, ha tomado, en los últimos años, un desarrollo tan considerable que ya son insuficientes los medios de transporte ordinarios y conocidos, como lo demuestra el hecho de ser muy frecuentes las reclamaciones a los ferrocarriles, por la carencia de material de transporte. Además de este hecho, bien comprobado, es sabido que muchos yacimientos mineros y canteros no se explotan por la carestía de los fletes, y que por la misma causa no se implantan ni desarrollan una porción de industrias.

El puerto de Sevilla, ya muy congestionado por el movimiento de barcos y mercancías, tendrá un crecimiento enorme, dentro de pocos años, al terminarse la corta de Tablada y

poder recibir y despachar más buques y de mayor tonalaje, lo que aumentará las dificultades del tráfico por los ferrocarriles y aunque estos pueden y deben establecer la doble vía, para atender mejor los servicios, las condiciones económicas de la explotación no permitirán tarifas baratas para minerales, materiales de construcción, abonos, primeras materias para industrias y otros artículos, cuyos fletes son carísimos.

Examinando las tarifas más económicas de ferrocarril entre Córdoba y Sevilla, vemos que los precios más bajos, aplicados al carbón abonos tierras, cementos y materiales de construcción, varían de 4'5 a 5'25 céntimos por tonelada y kilómetro, y para los minerales de 3'30 a 4'35 céntimos y aunque estos precios se redujesen bastante, nunca podrían llegar a los precios medios de los ríos canalizados y canales de Europa, que son de 1'20 a 2'5 céntimos por tonelada y kilómetro.

Las objeciones que algunos presentan al proyecto de canalización del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla, son varias; primera, la del costo de la obra, y por los estudios y presupuestos de los Ingenieros del Estado, hechos en 1842 y 1846, vemos que la canalización del río la calculaban en 15.040.000 reales y la obra del canal lateral en 17.000 000 de igual moneda. Hay que admitir que los precios del año 46 del siglo pasado, no pueden ser los de hoy,

aunque tengamos actualmente medios mecánicos, maquinaria, dragas y excavadoras y materiales como el cemento, asfalto y otros, desconocidos entonces; pero aun concediendo que los millones de reales calculados entonces, lo fuesen hoy de pesetas, resultaría un presupuesto reducidísimo, con relación a la importancia y servicios de la empresa.

Esto por lo que se refiere a la construcción, pues tocante a la conservación y al material de servicio y personal, hay una diferencia inmensa en favor del menor costo de las vías fluviales

Otra objeción en contra de estas, consiste en la lentitud de los transportes y en la interrupción de estos en ciertas épocas del año, por defecto o exceso de las aguas.

Las mercancías valiosas y de transporte rápido no pueden ser conducidas por las vías fluviales porque siempre se preferirán las férreas, pero basta y sobra con los minerales, carbón, materiales de construcción, abonos, primeras materias, cereales y aceites que no requieren rapidez en su conducción, para alimentar el movimiento fluvial, aunque este se acelera y simplifica hoy empleando los pequeños motores de petróleo y gasolina en vez de la pesada sirga.

En cuanto a la interrupción del tráfico, por sequías o crecidas excesivas, claro es que la habría, aun corrigiendo la ciencia, con las

obras que se hicieren, muchas de las causas; pero, en último término nunca pasarían de 80 a 90 días en el año los que se sufriese la interrupción, pues el Ródano en Francia, en el que muchos años bajan las aguas a solo 0'40 metros han conseguido que sea navegable en 341 días, y sólo durante los 24 restantes se interrumpe el tráfico, algunas veces por los hielos, que aquí no conocemos.

Las dificultades por exceso de pendiente y velocidad en las aguas, y por escasez de estas, así como por las presas y aprovechamientos existentes en el río, ya las salvaban los autores de los proyectos mencionados, para lo estudiado y reconocido en aquella época.

Y si hoy existen otros obstáculos, también se dispone de medios elementos y enseñanzas, entonces desconocidos

Queda la objeción de los inconvenientes o perjuicios que pudieran tener las empresas de ferrocarriles; y aunque al principio hubiese algunos, el aumento de tráfico, por los nuevos elementos de riqueza y trabajo que la canalización despertaría, lo compensaría todo. Recuérdese que, al establecerse los primeros ferrocarriles, muchos creyeron en la desaparición de los carros y vehículos por fuerza animal y, en efecto, se han multiplicado.

Francia tiene una completa red de caminos de hierro, y además 8.877 kilómetros de ríos canalizados y 7.789 kilómetros de canales, que

transportan miles de millones de toneladas, prestándose mutuo acceso y servicio.

La última objeción, relativa al encarecimiento del transporte de las mercancías por el río, entre Córdoba y Sevilla, a causa de los trasbordos en aquella y esta capital, se destruye teniendo en cuenta que si bien serían inevitables aquellos gastos, en cambio se evitarían los de carga y descarga en puerto, pues las chalanas o pequeños barcos de nuestro río atracarían al costado de los mismos vapores en el puerto de Sevilla, compensando así los dispendios y estadías en los muelles.

Suponiendo la máxima tarifa de transporte por el río canalizado a 2 céntimos la tonelada y kilómetro, tendríamos pesetas 3 96 por tonelada de mercancías para los 198 kilómetros que mide el río entre ambas capitales, y con este factor económico ¿quién duda que ambas provincias, toda la comarca, España entera, recibirían impulso grande y decisivo para su riqueza, bienestar y progreso?

Requerimos, pues, el concurso y ayuda de todos para conseguir una cosa bien sencilla y modesta: que se practique un nuevo estudio y reconocimiento del Guadalquivir, entre Córdoba y Sevilla, para hacerlo navegable por barcos del mayor tonelaje posible, rectificando, ampliando y completando los estudios del año 46, y que estos estudios se hagan teniendo en cuenta los varios proyectos de riegos y cana-

les, hoy en curso, para armonizar y combinar bien todos los intereses.

Estos trabajos, cuyo importe, según personas peritas, no excedería de 100.000 pesetas, deben hacerlos los Ingenieros del Estado, cuya competencia sea garantía de acierto, y publicarse, juntamente con las condiciones necesarias para la ejecución de las obras y el auxilio o subvención correspondiente, pues es seguro que habría varias empresas dispuestas a realizar la obra y también a explotarla.

Si hace 67 años, los gobiernos estimaron de interés nacional este proyecto, mayores razones existen hoy para insistir en el mismo.

Políticos y hombres influyentes de Sevilla y Córdoba: prestad interés a esta solicitud, recordando que los pueblos guardan y respetan más y mejor la memoria de los hombres que, como Carlos III y Fernando VI, como Aranda, Floridablanca y Campomanes, hacen obras que perduran, con sus nombres, por ser útiles y beneficiosas a la patria.

D. Serrano

Córdoba 31 Agosto 1913.

Reconocimiento del río Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla, verificado en los años 1842 y 1844, por órdenes del Ministerio de la Gobernación de la Península, con arreglo á las instrucciones que en su cumplimiento entendió la Dirección General de Caminos, Canales y Puertos. Madrid. 1847.—Imprenta La Publicidad, á cargo de M. Rivadeneyra, calle Jesús del Valle, 6.

Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras públicas.—Enterada la Reyna (q. D. g.) de que por los reconocimientos practicados en el río Guadalquivir, con el objeto de facilitar la navegación por su cauce, se ha demostrado lo conveniente que sería abrir un canal lateral derivado desde Lora, cuya obra ofrece utilidades bastantes para que con algunos auxilios del Gobierno se animen los empresarios particulares a ejecutarla por su cuenta; y considerando que con la abertura de este canal se daría principio al que con el tiempo puede ser continuado hasta Córdoba, según desde anteriores épocas está resuelto por varias Reales órdenes que han considerado de grande interés nacional la realización de tan grandiosa idea, S. M. se ha servido resolver:

1.º Que se publiquen la memoria, planos y demás documentos facultativos relativos al citado canal lateral, a fin de que los particulares o compañías que quieran tomar a su cargo aquella empresa, hagan sus proposiciones con conocimiento de causa.

2.º Que la Junta Consultiva del ramo redacte a este fin el pliego de condiciones, bajo el que podrá adjudicarse la misma empresa, señalando el término que estime suficiente para la admisión de las propuestas.

Y 3.º Que, verificada la adjudicación en la forma que se determina, se presente a las Cortes convertida en proyecto de ley, para la debida garantía y seguridad de las obligaciones que en su virtud se estipulen.

Al propio tiempo, y con el fin de que el público pueda ilustrarse, así sobre la naturaleza de las dificultades y del coste que ocasionaría la habilitación del río para establecer una navegación regular por su cauce, como sobre la clase de recursos que para su realización serían necesarios, S. M. ha tenido a bien resolver que se publique también, según ya está mandado, el resultado de los reconocimientos practicados con el dicho objeto en el río Guadalquivir desde Córdoba a Sevilla, y que por la propia Junta Consultiva se extienda asímismo un pliego de condiciones análogas a las del canal lateral, para el caso de que el interés particular quisiese establecer la navegación

por el cauce del mismo río, auxiliando con ciertas concesiones del Gobierno, que en su día podrán ser otorgadas, salvo siempre el derecho del mismo o de los particulares a abrir en todo o en parte el canal lateral entre Córdoba y Sevilla, según se previene en Real orden de 22 de Junio de 1844.

De Real orden lo comunico a V. S. para su inteligencia y efectos expresados. Dios guarde a V. S. muchos años. Madrid 16 de Julio de 1847.—*Pastor Díaz.*—Sr. Director General de Obras Públicas.

Reconocimiento del río Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla, práticado por resolución del Ministerio de la Gobernación de la Península, fecha 3 de Agosto de 1842, con arreglo á las instrucciones que en su cumplimiento extendió la Dirección General de Caminos, Canales y Puertos en 29 del mismo mes.

Noticias históricas

Los vestigios de las obras que han quedado del tiempo de los romanos en la inmediación del Guadalquivir y las antigüedades que diariamente se descubren, prueban que existió una numerosa población en aquella fértil comarca. Si por otra parte se atiende a que no se encuentran restos de ninguna calzada y se conservan algunas obras sobre las márgenes del río hacia las inmediaciones de Peñaflor y otros puntos, parece casi indudable que el río servía de línea de comunicación entre Itálica y Córdoba, para los continuos transportes de un pueblo ocupado en las operaciones de la guerra. Pero no debe perderse de vista que en aquella época la agricultura se encontraba muy atrasada, por cuya razón los ríos experimenta-

ban menos causas de perturbación en su régimen, pues que estando la superficie del terreno más consolidada, el acarreo no era de tanta consideración, ni las márgenes se hallaban expuestas a las continuas alteraciones que han sufrido posteriormente. Así es que en tiempo de los romanos el régimen del río sería más permanente y más favorable a la navegación; es cierto que esta tendría que ser mucho más imperfecta que la de nuestros días, pero también lo es que, sin la esencial ventaja de un régimen estable, no es posible establecer ninguna sin los recursos del arte

En tiempo de la dominación de los árabes, no es probable que el río estuviese abandonado; se adoptarían medios análogos a los que habían puesto en práctica sus antecesores, cuando la importancia de Córdoba aumentó y la población agrícola de la vega llegó al más alto grado de prosperidad, no habiéndose borrado todavía con el transcurso de tantos siglos muchas prácticas de agricultura que se conservan en Andalucía.

Después de la Conquista se miró la navegación del Guadalquivir con gran predilección; algunos reyes expidieron cédulas para remover los obstáculos que se oponían a ella, entre las cuales es la más notable la que dió en Madrid D. Felipe IV, en 23 de Diciembre de 1626, que es como sigue: El Rey: justicia y regimiento de Sevilla; sabed: que teniendo por uno de los me-

dios más eficaces para la restauración de población y comercio de estos reinos la navegación de los ríos más principales que hay en ellos, he resuelto que se trate de hacer navegable el río Guadalquivir de esta ciudad a la de Córdoba, para lo cual mandé que vinieran de Flandes ingenieros que, después de haber reconocido las dificultades que impedían la navegación, ofreciesen allanarlas; y ahora he nombrado a don Gaspar Bonifax, mi Corregidor de Córdoba por Superintendente de esta obra, en el uso, ejercicio y jurisdicción que se contiene en otra cédula mía; y como quiera que las conveniencias públicas que resultarán de esto son notorias, y que esta ciudad es tan interesada en la mayor salida de sus frutos, y en gozar a precios más baratos los de las tierras comarcanas y otras comodidades, fiando de vosotros que me serviréis en ello, como siempre lo habéis hecho, os encargo y mando que, en todo lo que os pareciere conveniente al fin referido, ayudéis con particular asistencia al dicho don Gaspar Bonifax y desde luego habéis de prevenir los arbitrios o medios que sean necesarios para sacar el dinero que tocase en el repartimiento del gasto de dicha navegación, de manera que la brevedad y buen efecto anime con vuestro ejemplo a las demás ciudades capaces de recibir este beneficio, que traten de hacer navegables ríos que pasan por ellas; por lo que en razón de lo susodicho hiciéredes lo recibiré por mi agradable servicio, etc.

Reflexiones sobre las presas

También es curiosa la exposición que los barqueros del río hicieron al Rey D. Pedro el Justiciero, atribuyendo los perjuicios de la navegación a las malezas conservadas en las márgenes y a las obras que se construían en el río, aludiendo sin duda a los azudes o presas Desde entonces hasta nuestros días ha habido muchas personas, y entre ellas algunos ingenieros, que han atribuído a las presas todas las dificultades de la navegación del Guadalquivir, y hasta las irregularidades que experimenta su curso. Es indudable que el establecimiento de estas obras no debe abandonarse al interés individual, pues que construídas sin las precauciones debidas, a veces habrían influído en la dirección del río, originando inundaciones y rompimientos de terreno en las avenidas; pero no son estas solas las causas que imposibilitan la navegación, según se cree generalmente, sobre cuya idea es indispensable antes de todo rectificar la opinión.

Las presas no obstruyen la navegación de los ríos, antes por el contrario son medios que el arte reconoce para facilitarla en circunstancias dadas, cuando se preparan con puertas o exclusas para la bajada y subida de los barcos; los que no ven en las presas más que un obs-

táculo para la navegación, creen de buena fé que es el único entorpecimiento que a ella se opone; y en la actualidad he hablado con muchas personas, cuyo proyecto de navegación del Guadalquivir está reducido a quitar las presas, no contando con otra dificultad que la indemnización de los propietarios.

Si las presas del Guadalquivir se arrasasen, las remansas que forman desaparecerían, y en su lugar se formarían bien pronto pequeñas tablas alternadas de vados y chorreras de corta profundidad, obedeciendo a las mismas leyes del movimiento de las aguas, como se verifica en el resto del río; claro es que los obstáculos se aumentarían y, como veremos después, si el Guadalquivir se hace navegable algún día, tiene que serlo por medio de presas que, formando tablas artificiales de suficiente extensión y profundidad, faciliten una navegación regular sin los inconvenientes que presentan algunas chorreras que no pueden desaparecer por otro medio, y entonces se conocerá lo erróneo de una opinión tan generalmente admitida.

Reconocimientos del siglo XVII

En el siglo XVII se han hecho diferentes reconocimientos con más o menos detención, para habilitar la navegación del Guadalquivir, entre los cuales se cuentan los del Marqués de

Pozoblanco y el Coronel de Ingenieros don Francisco Gozor. Se levantaron planos del curso del río y de las aceñas y azudes; se midió el caudal de aguas y aún se llegaron a proponer algunas obras; pero de estos trabajos no resulta un plan cual conviene al establecimiento de la navegación. porque no se practicaron nivelaciones exactas ni tan extensas como exige la combinación de tales proyectos, pues no se conocía la teoría de las aguas corrientes con la perfección que en el día. Las medidas o aforos de agua practicados en aquel tiempo tampoco ofrecen confianza, porque se carecía de las numerosas experiencias que han servido después para determinar la velocidad media Los métodos empleados por los ingenieros italianos, que se han adoptado por los demás de Europa, eran totalmente desconocidos; de manera que todos los resultados que presentan estos trabajos, si bien tienen un interés histórico muy recomendab e, carecen de utilidad en el estado actual de conocimientos.

Ensayos de navegación en 1811 y 1812

El primer ensayo práctico de navegación se verificó poco antes de 1808. Un tren de barcas chatas o bateas descendió a Sevilla bajo la dirección de un ingeniero español, cuyo obj·to no me ha sido posible averiguar por más dili-

gencias que he practicado. Este ejemplo pudo muy bien estimular a los franceses, durante su ocupación para poner en práctica, por los años de 1811 y 1812, una navegación parecida, formando trenes o divisiones de barcas chatas que no pasaban las presas El principal objeto de esta navegación fuè la bajada de provisiones para el Ejército; se hacía por cuenta de a administración; acaso se adoptó con el fin de evitar las fuertes escoltas que eran necesarias para asegurar los convoyes por tierra, en ocasión que eran hostilizados por numerosas partidas que no podían acercarse al río con tanta facilidad.

El cargamento de las barcas se trasbordaba a brazo en las presas de una división a otra; el número considerable de hombres que se necesitaba para esta faena, la sirga y tripulación de las barcas, se sacaba de las numerosas matrículas formadas en los pueblos de la ribera, que a la fuerza prestaban este penoso servicio. Se habilitaron provisionalmente algunos sirgaderos, pero no hay noticia de que se hiciese obra alguna para aumentar el fondo, asegurar las márgenes o facilitar las maniobras de carga y descarga: de consiguiente, esta navegación fué puramente militar y de circunstancias, quedando necesariamente reducida al corto tiempo que el estado de aguas podía permitirla. Este hecho, de que se han aprovechado algunos, guiados acaso de un celo mal entendido por la

felicidad del país, les ha servido para afirmarse en la idea de que los obstáculos de la navegación nacían de personas o empresas cuyos intereses estaban en pugna con ella. Por mucha que fuese la influencia que quiera atribuirse a semejante oposición, nunca podía ser tanta que hubiese contenido a los pueblos riberiegos, a cuya vista se hizo esta operación, de sacar las utilidades con que la naturaleza les brindaba: pero estos conocen bien que las dificultades principales se hallan en la naturaleza, y no en los intereses particulares.

A las anteriores indicaciones, extendidas en virtud de las noticias adquiridas en los pueblos, añadiré algunos datos relativos a esta navegación, que fueron presentados al Gobierno, en 1813. por el ingeniero de Minas Barón de Karwinski proponiendo un viaje de prueba que demostrase la navegación del Guadalquivir; este ingeniero, según se deduce de sus escritos, estuvo al servicio de los franceses y precisamente empleado en la navegación

Los franceses empezaban su línea navegable debajo de la presa del molino de Casillas, y como en aquella época no existían íntegras más presas que las de Peñaflor y Lora, quedaba el río dividido en tres grandes tramos, desde dicho molino hasta el puerto de Sevilla. Construyeron ochenta barcas chatas, que se distribuyeron en tres divisiones, proporcionadas a la longitud de los tramos distribuyéndo-

las en esta forma: treinta y cuatro a la estación de Córdoba, doce a la de Peñaflor y treinta y cuatro a la de Lora con objeto de que las expediciones no se interrumpiesen, guardando unos períodos regulares. Además del cabo de marina o patrón, seis hombres tripulaban cada barca, los cuales se sacaban de las matrículas formadas en Córdoba y demás pueblos de la ribera. En dicha ciudad había doscientos matriculados, en Peñaflor cuarenta y cinco, y así en los demás pueblos; de manera que, sin temor de equivocaciones, podrá suponerse que la matrícula del país subía a muy cerca de ochocientos hombres sin contar los que los franceses empleaban del ejército La carga de las barcas era de cincuenta a doscientos cincuenta quintales, según el estado de las aguas; y aunque se hace subir a noventa y cuatro mil quintales el arrastre que los franceses hicieron aguas abajo, nada se dice de los que hicieron aguas arriba, lo que hace sospechar, con fundamento, que las barcas regresaban de vacío.

El Gobierno accedió al viaje propuesto por Karwinski, nombrando dos ingenieros del Ejército para que lo presenciasen. Se eligió para la prueba una de las barcas que los franceses habían dejado en Peñaflor al tiempo de su retirada, las cuales habían sido arrastradas por una avenida a gran distancia del lecho del río, donde se encontraban abandonadas; entre ellas se eligió la mejor, después de recorrida se

transportó al río, subiéndola enseguida al molino de Casillas Allí se cargó la barca con setenta quintales de pertrechos de artillería después de tripulada con seis hombres escogidos, entre los que formaron la matrícula de Córdoba. El viaje a Sevilla se verificó en cuatro días, regresando a Córdoba de vacío en diez, sin que el diario de este viaje o'rezca más circunstancia particular que la subida de las presas de Lora y Peñaflor; en la primera se emplearon cincuenta hombres y en la segunda cuarenta que fueron facilitados po᷊ los alcaldes respectivos.

En el oiicio en que el ingeniero de ejército don Diego Tolosa da parte desde Córdoba en 31 de Mayo de 1813, al Ministerio de la Gobernación, del resultado de este viaje, para que fué nombrado, además de las indicaciones del último párrafo, se encuentran algunos datos qne completan las noticias anteriores. La barca tenía de longitud o eslora treinta y tres pies, de manga o ancho once, sin quilla y con el pavimento inferior en figura circular; su calado de vacío era de dos pulgadas, y en el viaje se cargó de ochenta y cinco a noventa quintales, inclusa la tripulación, con cuya carga caló ocho y media pulgadas, lo que da próximamente una línea de aumento de calado por cada quintal de carga. Este ingeniero concluye asegurando que el río es navegable, de lo cual se propone hablar con más detención cuando remita el plano que está formando.

Algunas observaciones son necesarias para poner en claro los resultados de este viaje, dándoles el valor que realmente les corresponda.

En las dimensiones de la barca se echa de menos la altura de puntal tomada en el punto más bajo, y las que correspondan a la popa y proa; tampoco se dice en qué sentido se encuentra la forma circular del pavimento o fondo, pero si se atiende al que usan los barcos de Córdoba, deberá ser en él longitudinal; el arqueado viene de proa o popa, por las ventajas que esta dispesición tiene para el atraque y para el resbalamiento sobre el lecho de las chorreras y vados, y aún para el paso de las presas.

El calado de dos pulgadas no se expresa donde se tomó, y aunque se midiese en el punto más bajo del costado, siempre el fondo debería tener alguna más salida; desde luego se me figura que, atendidas las dimensiones de la barca y la solidez de su construcción, el verdadero calado deberia ser algo mayor, pues lanchas pequeñas de construcción muy aligerada calan más; sin embargo, esta observación en nada debilita las ventajas del ensayo, antes por el contrario lo favorecería si las hubiese efectivas para el transporte.

En diferentes pasajes de los oficios de Karwinski se indica la necesidad de hacer la prueba cuanto antes, por la escasez de agua: ha-

blaba en primeros de Mayo, cuando en alguna ocasión tuvo que detenerse por fuertes aguaceros; de modo que, subsistiendo el río en estado de aguas bajas hasta fines de Octubre, la navegación por este medio es casi impracticable seis meses del año, por falta de agua Para la subida la barca se descargó en Sevilla y volvió de vacío; las chorreras se pasaron con dificultades a la sirga que formaba la tripulación, a pesar del escaso calado de dos pulgadas y de la disposición del fondo, para disminuir la resistencia de la corriente, a tal punto. que era el caso más favorable para subir las chorreras; y, no obstante, se emplearon seis días más que en la bajada, sin que pueda atribuirse la detención a las presas, porque estas se pasaron a fuerza de brazos en corto tiempo. Si la barca hubiese vuelto con la misma carga, entonces se hubiera visto la resistencia que oponían algunas chorreras, y los grandes medios que era preciso emplear para vencerla; en esta suposición prescindo de las presas que, en caso de pasarlas, deberían hacerse en ellas las obras convenientes.

En corroboración de esto manifestaré lo que nos pasó con los barcos empleados en el reconocimiento. Generalmente los barqueros tenían gran resistencia a salir de las tablas en que estacionaban por temor a la subida; en algún caso, que fué preciso lo verificasen, se hicieron triplicar o cuadruplicar el tiempo em-

pleado en la bajada, y aún así lo hacían de muy mala gana, por lo que tenían que trabajar en las chorreras, a pesar de que los barcos eran pequeños volvían sin ninguna carga.

De lo que dejo manifestado se infiere que si, en este viaje de prueba, hecho a imitación del transporte de los franceses, con una barca de las empleadas por ellos, y dirigida la operación por un ingeniero destinado a este servicio, la barca regresó de vacío, parece fuera de toda duda que las divisiones de los franceses regresaban de la misma manera, de modo que la navegación era sólo descendente; la ascendente estaba reducida a la mera traslación de barcas a sus estancias. Si a esto se unen los grandes medios empleados y que hacían efectivos por la ocupación militar del país, se conocerá cuán fundado es el juicio que se ha formado de esta navegación.

Opinión del Ingeniero Karwinski

Si todavía se quiere una nueva prueba en este sentido, se encontraría en el oficio de Karwinski, fecha 4 de Junio de 1813 en el que, al acompañar el resultado de su viaje, sabedor de que el Gobierno había nombrado ingeniero para el levantamiento del plano del Guadalqnis quivir, dice:

Al paso podrá hacerse una nivelación exac-

ta del río desde Córdoba a Sevilla, punto esencial e interesantísimo y base de todas las obras u operaciones, para hacer ahora o con el tiempo el Guadalquivir completamente navegable en todas las estaciones del año, y para embarcaciones de hasta mil quintales, puesto que la causa de no ser completamente y en todo el año navegable el Guadalquivir, es su gran desnivel, y la rapidez con que por este motivo transcurren sus aguas, conservándose muy pocas en su lecho cuando la escasez de los veneros en el verano no lo alimentan sino muy parcamente. Siendo conocido su desnivel total y parcial desde Córdoba a Sevilla, se podrá con facilidad decidir en qué puntos conviene establecer presas con exclusas; y con pocas de ellas, practicando exclusas en las presas ya existentes quedará hecho el Guadalquivir completamente navegable.

Este ingeniero, al expresarse así, demuestra que estaba al corriente de los medios que hacen navegable un río en la acepción que puede darse en esta materia al adverbio completamente; y no deja de ser notable que lo haga en el último párrafo de sus escritos, cuando ha llegado a su noticia la resolución del Gobierno sobre levantamiento del plano, sin hacer en el diario de su viaje la menor reflexión sobre puntos tan importantes

También aparece claro, de los oficios del mismo ingeniero que la única obra que hicie-

ron los franceses fué la habilitación de un camino de sirga provisional, o más bien un sirgadero, reducido a remover los obstáculos que se oponían a la sirga de algunos parajes, talando árboles o rozando matorrales en las márgenes; Karwinski encontró este camino muy deteriorado, a pesar de no haber transcurrido más que un invierno, atribuyéndolo a los daños causados por las avenidaso a la activa vegetación de aquel país.

Reconocimiento de los Ingenieros Tolosa y Ortiz

En el año de 1813, después de este viaje de prueba, se practicó de orden del Gobierno un reconocimiento del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla, por los ingenieros de ejército don Diego Tolosa y don Vicente Ortiz. Estos formaron un plano, pero no tengo noticias de que practicasen nivelaciones, ni tomasen perfiles del río Recuerdo que en este trabaja se empleó poco tiempo, y acaso no se tendrían los recursos necesarios, por cuya razón pocos serían los datos que podrían recogerse durante su ejecución.

Memorias de los señores Prats y Azaola

En 1814 se presentaron al Gobierno dos memorias sobre la navegación del Guadalqui-

vir: una escrita por el ingeniero hidráulico don Antonio Prats, la que contiene algunas noticias curiosas que pueden mirarse como históricas, y la otra de don Eugenio González Azaola, en la que se habla muy poco de la navegación del Guadalquivir, pues su objeto principal es sobre el fomento de la provincia de Sevilla; ambas están escritas sin haber examinado el río, ni pr cticado las operaciones necesarias para decidir sobre la posibilidad de esta clase de empresas.

Reconoc'miento del señor Larramendi

El señor don José Agustín de Larramendi, en su memoria sobre el canal lateral del Guadalquivir, impresa en 1820, habla también de la navegación de este río. Como su principal objeto era el proyecto del canal, se contentó con hacer algunas indicaciones sobre las dificultades que aquella debía presentar, y aunque el estudio del río lo hizo en grande, sin entrar en muchos detalles, no por esto deja de estar bien fundada la opinión de este experimentado ingeniero, como se verá cuando se presente el resultado del reconocimiento practicado a fines de 1842.

Tales son los antecedentes que he podido adquirir; entre ellos merece particular atención el viaje de prueba hecho por el ingeniero

Karwinski. De propósito me he extendido en su examen, porque presenta algunos datos que se piden en la instrucción, y que no ha sido posible recoger cuando las circunstaucias ob igaron a suspender el reconocimiento en primeros de Diciembre de 1842.

Reconocimiento de 1812.—Medidas preparatorias.

Ahora me ocuparé en dar a conocer todo lo que se ejecutó, desde que fuí nombrado para dicho reconocimiento, por orden de la Dirección General de 19 de Agosto del mismo año. En estación tan avanzada no era posible disponer todos los medios que requieren estos trabajos, sin malograr los meses de Septiembre, Octubre y parte de Noviembre en que podían ejecutarse las operaciones más importantes, porque si la otoñada no se adelantaba, las aguas bajas de estos meses eran las más seguras. Así tan luego como se adquirieron los medios más indispensables, me puse en camino para Córdoba, a donde llegué el 3 de Septiembre siguiente, acompañado de los ingenieros don Joaquín Núñez de Prado y don Alejandro de Olavarría, destinados a aquella provincia. Al punto me avisté con el señor Jefe político don Angel Iznardi, a fin de que se sirviese dar las órdenes convenientes, y tan pronto como hice los opor-

tunos reconocimientos en aquellas inmediaciones para la uniformidad de los trabajos, salí para Sevilla, a donde llegué el 8. Después de arreglar con el señor Jefe político don Francisco Moreno la expedición de órdenes para los pueblos, me puse en camino para Peñaflor, acompañado del ingeniero don Valentín del Río, por no haberse presentado el otro ingeniero que se destinó a la provincia de Sevilla.

En este viaje seguimos el curso del río muy detenidamente, con el fin de establecer las marcas a que debía referirse el señalamiento de aguas, del propio modo que los ingenieros de la provincia de Córdoba trabajaban en igual operación, combinada de manera que todos concurriésemos al citado pueblo de Peñaflor el 19 de Septiembre en la noche. Con efecto, así se verificó; y después de conferenciar sobre el mejor orden y enlace de los trabajos, se procedió el día 20 a determinar la superficie de las aguas bajas con relación a las marcas establecidas, cuya operación se concluyó en el día siguiente, 21, sin que hubiese ocurrido en este pequeño intervalo ningún accidente capaz de producir alteración notable. En todo el mes de Septiembre y una parte de Octubre, las aguas permanecieron en el estado de bajas, aún algo más que otros años, por la sequía de la estación. Es cierto que por los molinos podía alterarse parcialmente este estado, pero, en tiempo de escasez de aguas, está en el interés de estos

propietarios sostener la molienda, reduciéndola al caudal del rio, sin malgastar inútilmente el remanso de las presas.

Señalamiento de aguas en los puentes de Córdoba y Sevilla.

Antes de practicar la operación que acabo de describir, se determinó el nivel de las aguas, en los puentes de Córdoba y Sevilla, el día 13, refiriéndolos a puntos fijos que pudiesen servir para encontrarlos en cualquier tiempo, y también de puntos de partida y arribada en la nivelación que debía practicarse.

El puente de Córdoba tiene solado y radier más elevado que el lecho del río, formando como una presa que rebalsa las aguas en una tabla bien extensa que baña la muralla de la ciudad; el agua pasa por las descomposiciones del solado que hay debajo de algunos arcos, y a corta distancia del puente vuelven a estar contenidas por la presa de los cuatro molinos en una balsa de aguas tranquilas cuyo nivel se presenta bien perfecto, pero que varía con las aguas que afluyen y el número de piedras que muelen de los expresados molinos. Reconocido el local, pareció el paraje más conveniente, para referir el nivel de las aguas, la extremidad de la porción de muro en ala de la derecha que se conserva unida al puente del

lado de la ciudad, en que arranca el pretil Allí se encontró que la distancia de la arista superior al nivel de las aguas era de treinta y dos pies, el cual estaba inferior a la cresta de la presa tres pies.

Como en el puente de barcas de Sevilla el río está sujeto a la influencia de las mareas, fué preciso indagar la hora de media marea, como un nivel fijo común a todas e independiente de las variaciones que sufre en las altas y bajas, con relación a los cuartos de luna. Se tomaron informes para averiguar la regla que los marinos seguían para determinar el retardo con que se verificaba en Sevilla la plea y baja mar, respecto a la tabla calculada para el puerto de Cádiz, y se encontró que, cambiando su plea mar en baja mar y viceversa, añadiendo treinta minutos, se tenía la hora de baja y plea mar en Sevilla, con cuyo dato fué fácil averiguar la hora del nivel medio para un día determinado. Así se halló para el día 13, a las doce y cuarenta y cuatro minutos de la mañana, en cuya hora precisa se señaló el nivel del agua en el borde de la zapata del estribo izquierdo, y se encontró que este punto estaba más bajo que el plano superior del cordón o moldura del coronamiento, 14 piés.

Reglas para las mareas

Según las observaciones hechas hasta el día en la porción de rio comprendida entre Sevilla y Alcalá del Rio, las mareas se retardan todavía al llegar a este pueblo hora y media más que al puente de dicha ciudad; la regla que se observa para puntos intermedios es la retardación de una hora por diez millas marinas, que cada una es la tercera parte de la legua de veinte al grado o de diez y nueve mil ochocientos setenta y cinco piés; como el reconocimiento no ha podido extenderse a la parte de río sujeta a la influencia de las mareas, no ha sido posible comprobar la exactitud de esta regla.

Para situar las mareas se separó la parte del rio sujeta a la influencia de las mareas que se extiende hasta Alcalá del Río; en la barca de este pueblo se estableció la primera y desde aquí a Córdoba se colocaron ciento treinta y tres para tomar igual número de secciones transversales; hasta la confrontación del cortijo de Pedro Espiga se levantaron ciento veinte piés, no habiéndose podido dar las siete restantes por el estado en que se encontraba el rio.

Concluidas las secciones, sondas y nivelación de la provincia de Córdoba, se unen con las de la provincia de Sevilla sin interrupción,

hasta el principio de la Chorrera de los Cañuelos, en que se suspendió el trabajo, en una línea de río de veinte y nueve leguas quince mil cuatrocientos tres piés a partir desde el puente de Córdoba.

En 26 de Septiembre volví a Sevilla para pasar en comisión a Lorca, quedando los ingenieros en las provincias de Córdoba y Sevilla ocupados en sus respectivas operaciones, que continuaron sin interrupción, hasta que el temporal de 29 de Octubre obligó a suspenderlas; el río experimentó considerable alteración en sus aguas; casi todos los terrenos contíguos a las márgenes se pusieron impracticables, tanto por las lluvias, cuanto porque al punto los labradores empezaron a labrar las tierras La suspensión duró hasta el 10 de Noviembre en que las aguas volvieron a aproximarse al estado de bajas y a mejorar las márgenes, que desde entonces empezaron a dificultar las operaciones. El tiempo de la suspensión no fué perdido, por que los ingenieros tenían necesidad de ordenar los datos recogidos sin descanso sobre el terreno, temiendo con fundamento la proximidad de las lluvias.

A mi regreso de Lorca, en mediados de Noviembre, volví al río para enterarme del estado de los trabajos; visité los de la provincia de Sevilla e hice concurrir a Peñaflor a los ingenieros de la provincia de Córdoba, en fines del mismo mes, para seguir hasta las inmediacio-

nes de esta ciudad, como en efecto se verificó. En primeros de Diciembre volvieron las lluvias de tal modo, que el tránsito hasta por los caminos se hacía imposible; lo mismo sucedía con las operaciones en el río, que en pocos días tomó aguas superiores a las altas; y como no debía esperarse que saliese de este estado en algunos meses, aunque experimentase pequeñas variaciones, volví a emprender el reconocimiento sobre el terreno, disponiendo que los ingenieros se retirasen a sus capitales para ordenar los datos tomados en esta segunda temporada, y enseguida pasasen a sus destinos.

El estado siguiente contiene todos los datos recogidos en el reconocimiento. Se ha preferido presentarlos por este medio, como el más claro, porque agrupa los que tienen inmediata relación con un pasaje determinado.

Las tablas, chorreras, vados y presas se numeran por su orden en el sentado de la corriente, dando a conocer su extensión, las sondas tomadas sobre el thalweg, la velocidad en la superficie, la latitud de las secciones, sus distancias y desnivel: se describe el thalweg en términos de que se pueda formar una idea bastante aproximada de su curso y movimiento sin necesidad de tener a la vista los planos detallados en grande escala, y, por último, se expresa la calidad y circunstancias de las márgenes y fondo, con las particularidades de cada sitio.

(Sigue una serie de cuadros y estados, páginas 20 al 73, con datos precisos de los reconocimientos hechos en las tablas, chorreras, vados y presas, thalweg, así como de las márgenes y fondos.)

Observaciones sobre los datos anteriores

Las bajas se echarán de menos en el estado que antecede, pero debe atenderse que, durante las aguas bajas en esta parte del río, se convierten en pequeñas chorreras. Estas, por lo común, son bajas cuando las aguas crecen, si no se entumece sensiblemente la superficie, y lo mismo sucede a la mayor parte de los vados, que en general son verdaderos bajos, por que muy raras veces presentan aquella circunstancia, pues la clase de fondo y la tranquilidad de su corriente son las cualidades que los distinguen de las chorreras. Así, por ejemplo, en la tabla del Rincón se notan tres pequeñas chorreras, que,aumentando las aguas, serán probablemente tres bajos, cuyo cambio, fácil de conocer en la superficie de la corriente, no ha sido posible examinar respecto a las chorreras y vados que se indican en el estado.

También se ha usado la palabra alemana thalweg adaptada en el día por todos los ingenieros de Europa, para significar la línea de mayor fondo del álveo; entre los marinos se

conoce esta línea por canal navegable del río, a imitación de la que se practica en los puertos.

La medida y nivelación se han hecho por las márgenes del río; si la última se hubiese ejecutado sobre el thalweg hubiera exigido costosos medios de ejecución, y su progreso hubiera sido mu lento, de tal modo, que en todo el tiempo empleado en el reconocimiento, apenas hubiera podido nivelarse un corto número de leguas; bien que este medio conviene más a los trabajos de río hechos en toda regla.

Se determinó practicar dos nivelaciones: una de marea a marea, referida al nivel de las aguas bajas en la sección correspondiente, y la otra entre el pr ncipio y fin de cada tabla, chorrera o vado; la primera debió ejecutarse antes, porque asegura la posición de las secciones transversales para formar el perfil longitudinal, mientras que la segunda debía servir para llenar los intermedios entre sección y sección; sólo hubo tiempo para llevar a efecto una de estas nivelaciones. En la provincia de Sevilla se hizo la segunda, y por eso se observará en el estado que no hay en este punto la debida uniformidad, si bien están ligadas las nivelaciones de ambas provincias en la sección 86 de la confluencia del arroyo Retortillo con el Guadalquivir; el resultado final que da la suma de las dos, expresa la diferencia de nivel de los puntos extremos

Los niveles de anteojo de que se ha hecho uso son de un diámetro menor que los de Chezy y Throngton; carecen de la exactitud que tienen los que se construyen de exprofeso para las nivelaciones de los canales y ríos y, sin embargo de esto, la nivelación se ha ejecutado con esmero, después de hecha la verificación y rectificación de los instrumentos. De cualquier manera, para que esta operación ofrezca la seguridad debida, es indispensable completar las nivelaciones acordadas en cada provincia; y, por último, hacer otra de verificación entre los puntos extremos que pase por los intermedios más importantes.

Extensiones del rio por reconocer

El estado comprende hasta el principio de la Chorrera de los Cañuelos punto en que se suspendió la medida y nivelación, tomando la sección 126 en la confrontación del cortijo de Pedro Espiga, como una legua y media antes de Alcalá del Río. Desde el punto indicado al puente de Sevilla tiene el río de extensión, según el plano del señor de Larramendi, ciento veinte y un mil seiscientos ochenta y seis piés, o seis leguas y mil seiscientos ochenta y seis piés, que es lo que resta para completar las operaciones del reconocimiento. Con el fin de suplir esta falta dando alguna idea de las son-

das y demás particularidades de esta línea, copiaré a continuación una parte del reconocimiento entre Sevilla y Cantillana practicado por el brigadier de ingenieros don Manuel Bayo en Octubre de 1824, que puede llenar muy bien el objeto, mientras no se determine la conclusión del que nos ocupa.

Reconocimiento del brigadier Bayo

Habiendo hecho un reconocimiento en el río desde esta ciudad a Cantillana conforme a lo acordado en junta de gobierno de la Compañía del Guadalquivir, regresó a esta el día 21; y para mayor claridad de lo que voy a decir, acompaño un plano en que se manifiesta así el curso del río como los vados y bajos que entorpecen su más expedita navegación.

Salí de Sevilla con dos horas de creciente, y hasta Cartuja encontré un fondo de diez a once pies. Desde Cartuja al frente de la punta de la Barqueta era diferente, pero el mínimo fué de cuatro y medio y el máximo de nueve. Desde este punto hasta la huerta de los Muñoces, va siempre el canal navegable por la orilla derecha. En este tramo hay un fondo de once a diez y seis pies. Al llegar a la punta de la Huerta se pasa a la orilla izquierda. Frente a esta punta, hay una estacada para pesca que atraviesa el río en todo su ancho, y tiene bo-

quete para el paso de las embarcaciones. Sigue el río con mucho fondo o, por mejor decir, no se encontró fondo con la sonda de diez y ocho pies. Por esta parte está con el ancho conveniente, que es casi igual al que tiene por el puente de Triana.

En los tramos anteriores tenía demasiado ancho Pasada la huerta de los Muñoces, sigue la del A amillo. Al terminarse ésta, y a poca distancia, hay una punta que entra bastante en el río. Pasada esta punta, se pasa otra vez a la orilla derecha para buscar el canal navegable y el camino de sirga. Al atravesar el río, se encontraron de cuatro y medio a diez y seis pies de fondo. Sigue hasta la ribera del Hubra con siete a nueve pies de agua. Desde cerca de esta ribera va el canal navegable por el centro, donde hay diez pies pero a poco tiempo se inclina otra vez a la derecha Poco antes de la barca de la Algaba, sólo se encontraron cuatro y medio pies de agua y era ya cerca de la plea del mar; pero enseguida había siete y nueve pies de fondo hasta muy próximo a la barca, que dió la sonda cuatro, cinco y siete pies de agua Pasada la barca aumentó hasta catorce.

Como cuatrocientas varas antes de llegar a Majaloba, hay otra estacada de pesca que atraviesa el río y después se encuentra el bajo de Magaña, que en baja marea sólo tiene diez y seis pulgadas de fondo. Cuando lo pasé tenía

tres pies Antes de llegar a Majaloba, y frente a la huerta de Lebrena, hay una punta en la margen derecha, donde han construído los vecinos de la Algaba, para dafender sus tierras, dos diques endebles con faginas, cestones y estacas; el uno tendrá de cuaranta a cuarenta y cinco varas, y el otro doble longitud; aquí pasa el canal a la orilla izquierda por la huerta de Lebrena Frente a Majaloba dió la sonda de cinco a siete y medio pies de agua; pero un poco más adelante del arroyo Monasa, se encontraron quince pies, y después no se halló fondo con la sonda de seis varas, yendo el canal navegable por el centro del río; después pasa a la orilla derecha y disminuye el fondo hasta cinco pies, frente a una arboleda que hay en dicha orilla: enseguida aumenta hasta ocho, nueve y diez pies de agua. Al llegar frente a la huerta del Salvador se pasa a la orilla izquierda a buscar el derrotero, y en este paso se encuentran cuatro y cinco pies de agua; después sigue a seis hasta terminar una especie de ancón o herradura que hay junto a dicha huerta; entonces se pasa otra vez a la orilla derecha, y en esta travesía había de cuatro a cinco pies de agua Un poco más adelante de la boca del arroyo de los Herreros, hay otra estacada de pesca y sobresalen mucho las estacas sobre la superficie del agua. A poco tiempo se encuentra el bajo de Doña Luísa, que tiene en baja mar catorce pulgadas de

agua; cuando lo pasamos tenía de dos a dos y medio pies. Hasta aquí llega la marea, y sólo en los batimientos pasa hasta Alcalá, donde cesa el fondo de limo y continúa el de cascajo o guijarros, como señal evidente de que el río empieza a tener las propiedades de los ríos torrentes. A poco tiempo hay otra estacada de pesca, e inmediato a ella está el bajo de la huerta del Menor; enseguida, y acercándose a Alcalá, está el vado de Cascajal. Es cosa rara que, teniendo aquí muy poca anchura el río, haya este vado. A poca distancia de Alcalá hay otra estacada de pesca, y a no mucha distancia un islote con otra estacada, y el vado de las Playas, que tiene dos pies de agua; luego sigue el de Robles que tiene el mismo fondo. Ya se dijo que la marea no pasa de Alcalá, y así, para inteligencia del sondeo, debo advertir que el río tenía en esta época de otoño, después de haber llovido, ocho pulgadas más de agua que en el rigor del verano.

Después se encuentra el vado de Lobera, donde hay de dos a dos y medio pies de fondo; enseguida se pasa otra estacada vieja; y navegando un poco se llega al bajo que llaman de la obra.

Esta obra es un revestimiento de estacas y faginas que los ribereños han construído en la orilla izquierda, para defenderla, en un seno por donde el río indicaba querer introducirse en las arriadas. Tendrá ciento cuarenta varas

de largo. Al terminar este paso hay otro bajo llamado de la punta de la obra, que tiene de dos a dos y medio pies de agua. Luego se pasa un islote donde hay dos y medio y tres pies de agua, y antes de llegar al bajo del cerrado de Vázquez se encuentran cuatro pies. Este último bajo tiene dos pies de fondo y se pasa pronto. Frente al plantinar del desmonte, por donde después se pasa, hay sólo de dos y medio a tres pies de agua pero delante del arroyo de la corriente de Don Fernando hay de tres a cuatro pies; después va aumentando hasta diez pies, que tiena frente al arroyo de Brenes. A poco tiempo se encuentra el bajo de este nombre, que tiene de uno y medio a dos pies de profundidad. Después hay unos islotes, y da la sonda cuatro pies de agua; enseguida se pasa, no muy cómodamente, el vado de Baraona por ser algo largo; su fondo es de dos a dos y medio pies; pero el que sigue, que es el vado de la piedra gorda, que sólo tiene uno y medio a dos pies de agua, se pasa pronto. A poco tiempo viene el vado del álamo de Pedro Espiga con dos pies escasos de agua; luego se encuentra una estacada de pesca; por su portillo había cuatro pies de fondo, para venir a recaer al vado del plantinar de Pedro Espiga, que tiene de quince a diez y ocho pulgadas de agua.

Continúa una tabla de navegación con buen fondo hasta encontrar el vado de la salida de

los Cañuelas, que tiene de uno y medio a dos pies de fondo. Este vadc se pasa pronto. Los cañuelos se forman por tres islotes, dos grandes y uno pequeño; se navega por el Cañuelo de enmedio, y por eso no se ve la embocadura de siete arroyos. El Cañuelo de enmedio tiene de dos y medio a cuatro y medio pies de fondo; su canal navegable será de mil doscientas brazas.

Acerca de los planos

No basta la manifestación de los datos que se han indicado; para tener un conocimiento exacto de los diversos accidentes que hay en el curso del Guadalquivir, es indispensable el arreglo de planos que faciliten su inteligencia y presenten a un golpe de vista las circunstancias de cada localidad. La primera operación que debe ponerse en práctica cuando se trata de conocer bien un río, es el levantamiento del plano geométrico con las sondas, perfiles y demás datos indispensables para hacer las combinaciones que exijan los proyectos de las obras.

Como en la orden se mandaba un reconocimiento con operaciones, se previno en el artículo primero de la instrucción que sirviese el plano levantado por el señor don José Agustín de Larramendi, con el fin de evitar un tra-

bajo que por sí solo hubiera absorbido la mayor parte del tiempo empleado; este plano, que se formó para el proyecto del canal lateral, carecía de una multitud de detalles ajenos a su objeto y de los que en el caso presente no era posible prescindir; estos se han añadido en el reconocimiento después de hacer las convenientes rectificaciones en todos los puntos que más lo necesitaban, porque, habiendo transcurrido un período de más de veinte y tres años desde que se levantó, ha habido grandes alteraciones en algunos parajes. Los planos que se han arreglado con estas precisas correcciones, si bien distan de la exactitud de un levantamiento geométrico, no por eso dejan de ser suficientes para señalar sobre ellos los datos más esenciales del reconocimiento.

El plano general, formado sobre el reducido que el señor de Larramendi tuvo la bondad de facilitar confidencialmente, manifiesta el curso del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla en escala pequeña; sirve además de cuadro de reunión de los diez y siete trazos en que se ha dividido el río para su estudio, con las correspondientes líneas de separación. También se indica el número de cada trozo y el del plano en que va representado, con el fin de poder encontrar cómodamente el trozo que quiera examinarse, y observar su relación con los inmediatos.

Los planos particulares o de detalle contie-

nen los pormenores de los trozos hasta el diez y seis inclusive: el primero se ha construído en escala de 1/500 y los restantes de 1/10.000. Todos debieron haberse ejecutado en la primera escala que se adoptó por vía de ensayo y para expresar mejor los muchos detalles que aquel contiene. El aumento a 1/500 del plano entregado por la Dirección que, a pesar de las rectificaciones, no podía ofrecer toda la confianza debida, hubiera empeñado en un trabajo largo, cuya consideración hizo preferir la escala de 1/1.000 como un término medio, en la necesidad de tener que adoptar mayor escala para poder expresar los accidentes que interesan a la navegación. Trazadas las secciones transversales en su posición sobre los trozos, quedaron determinados otros tantos puntos del thalweg que, unidos con los encontrados por el levantamiento de perímetros mojados o por aproximación, han servido para trazar la línea del thalweg: en ella están escritas las cotas de las sondas, que se ha procurado darlas equidistantes entre sí en cada tabla o chorrera, debiendo advertir que como en algunas de estas no ha sido posible anotar todas las del estado sin que resultase confusión, se ha adoptado el medio de ponerlas alternadas; de modo que una sonda no acotada corresponde al punto medio de la porción de thalwég comprendida entre las dos en que se encuentra. Los puntos del lecho menor de las secciones, unidos a los

que se han fijado por separado, han permitido representarlo por líneas fuertes con bastante exactitud: también se da a conocer el lecho de las aguas altas, no habiéndose podido expresar el lecho mayor por la falta de datos y la grande extensión que toman las aguas en las avenidas. Las márgenes se han dibujado con todos los accidentes más indispensables al objeto, cuidando de evitar toda confusión.

Al trazar en los trozos las secciones transversales, ha sido indispensable aumentar las ordenadas verticales en una escala veinte veces mayor que la del plano correspondiente, porque de otro modo no hubiera sido posible su representación con la debida exactitud, y como han resultado bastante alteradas en sus formas, se ha creído conveniente construirlas en escala de 1/300 para que las horizontales y verticales puedan tomarse cómodamente, con el fin de tener las verdaderas curvas de las secciones del álveo Las 126 secciones transversales que se han levantado forman 64 hojas.

El trozo 17 está sacado del plano que el señor Bayo acompañó a su reconocimiento; es copia del que levantó el señor de Larramendi, con el aumento de los bajos y vados que existen entre Sevilla y Cantillana.

Descripción de la vega baja del Guadalquivir

Antes de presentar las consecuencias que arrojan de sí todos los datos adquiridos, haré algunas consideraciones relativas a la naturaleza del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla. La parte inferior de la cuenca en que corre este río, está llena de terreno de acarreo, formada, por lo que ha podido reconocerse, de capas de cantos rodados o de guijo, alternadas con otras de tierra o arena, cubierta por una gruesa capa de terreno de aluvión compuesto de arcilla y arena fina, que constituye la superficie de la vega baja. Esta forma una zona de anchura muy desigual en el sentido del curso del río, que cubren las avenidas casi en su totalidad; en ella deponen las turbias, que van levantando sucesivamente este terreno con mucha lentitud. Por la derecha del río, las faldas de Sierra Morena limitan esta zona, terminando en el mismo algunos de sus estribos; por la izquierda se presentan terrenos de alguna elevación intermediados de extensas vegas por donde corren los ríos y arroyos que el Guadalquivir recibe por este lado; la cuenca del Genil se extiende hasta la divisoria de aguas de Sierra Nevada, en que este río tiene su nacimiento.

Lecho del río y sus derivaciones

El lecho del Guadalquivir, abierto en el terreno que dejo indicado, experimenta variaciones continuas; enmedio de esta variabilidad, las márgenes y el fondo ceden según los principios reconocidos en la teoría de las aguas corrientes, salvas muy cortas excepciones; las sinuosidades del curso de este río se componen, en consecuencia de curvas, suaves sin irregularidad en sus curvaturas, formando tornos bien desenvueltos y rara vez recodos bruscos. Es muy frecuente en las variaciones del lecho descubrir ruínas de presas y otros indicios que prueban haber ocupado el río anteriormente aquel sitio, yendo el fondo de su lecho más bajo que en el día. Todo induce a creer que el Guadalquivir, desde los tiempos más remotos, no hace más que variar de lecho, recorriendo una parte de la zona que forma la vega baja. No es difícil explicar esta variación: tan pronto como el lecho no sigue la línea recta, para lo cual basta el obstáculo o accidente más insignificante, toma la línea curva; entonces la margen cóncava queda cortada casi verticalmente, el thalweg se aproxima a ella, las excavaciones y desprendimientos se suceden con frecuencia, de donde resulta que va avanzando hasta que encuentra un terreno de consistencia: así sucede en el Picacho, barranco de

los Ciegos, barranco de Guadajocillo, frente de Alcolea y otros parajes. La margen convexa forma por lo general una superficie poco inclinada que recibe los aterramientos; su disposición la hace más resistente y más propia para la vegetación que contribuye a consolidarla; avanza ganando terreno, paralelamente a la cóncava, al paso que esta lo pierde, hasta que llega al término del cual no puede pasar.

La formación de las curvas que acabamos de describir exige dos inflexiones o cambios de curvatura, resultando de aquí que en ambas orillas, las márgenes cóncavas y convexas alternan. Cuanto más se separa del primitivo álveo la porción de orilla convexa comprendida entre las inflexiones, tanto más se aproximan las márgenes cóncavas que hay antes y después de ellas; concluyen por reunirse y formar un nuevo lecho en que se establece una rápida corriente, quedando abandonado el antiguo para después volver al mismo trabajo.

Esta ley fijada por la naturaleza sufre modificaciones en circunstancias particulares, y de ellas vamos a presentar un ejemplo bien marcado del Guadalquivir. En el gran torno de Alcolea, la margen cóncava que hay antes del primer punto de inflexión no avanza, porque el terreno es consistente: la que hay después del segundo tampoco, porque el remanso que forma la presa del molino lo impide; pero ya que por estos accidentes la natuıaleza no ha

podido establecer por dicho medio un nuevo lecho, ha empleado otro para romper directamente por el brazo denominado el Zairón. Examinemos cómo se ha verificado este rampimiento; ceñido el gran torno de Alcolea del modo expresado, no por eso dejan de cubrir las aguas de las avenidas la parte de vega baja comprendida por él: al desbordar del álveo, pierden de repente una gran parte de su velocidad, e inmediatamente deponen las materias más gruesas que llevan en suspensión, resultando el terreno contiguo a la margen más elevado que el resto; de modo que las aguas corren a reunirse en los puntos bajos, llevando en suspensión las materias tenues, propias de la velocida conservada; y así han ido trabajando el terreno hasta que han abierto la madre del nuevo brazo; si por ella no corren ya todas las aguas del río, se debe en gran parte a que la embocadura está formada por bancos de arcilla consistente con algunas masas de conglomerados de guijo grueso o almendrilla, a que en el país dan el nombre de cuajados o piñonates. La formación de este nuevo brazo, que en el día perjudica mucho al pueblo de Alcolea, puede evitarse empleando obras de arte con perseverancia; de otro modo la naturaleza completará su obra, que ya tiene bastante adelantada

Hay tornos en los cuales las márgenes conversas y cóncavas se encuentran formadas de

barrancos igualmente scarpados, como sucede en la S. que forma el río entre el barranco de los Ciegos y el arro o Gualbucar, y también en el torno de Cantillana, a esta disposición contribuye en gran parte la vegetación, unida a porciones de terreno más consistente o a la mayor capacidad del álveo; de donde resulta que las variaciones en estos parajes son muy lentas, y el estado del río se aproxima algún tanto al régimen estable. En el torno de Cantillana hubo un rompimiento antiguo denominado río viejo; en el día se va cegando, pues la margen en que tuvo su principio está bien consolidada por plantaciones, y el álveo del torno es de gran cabida.

Tablas, chorreras e islas.

El curso del río está formado por tablas y chorreros o chorreras, como sucede generalmente a todos los ríos de fondo móvil y márgenes que pueden ser corroídas por las aguas. El número de tablas, en la parte ıeconocida, es de setenta y cinco; el de las chorreras y vados setenta y uno. Las mayores tablas están formadas por las presas de los molınos entre tres mil ochocientos ochenta y veinte cinco mil novecientos piés; las naturales entre quinientos y veinte mil quinientos treinta y dos piés, y las chorreras entre trescientos y ocho mil trescien-

tos noventa piés. Las sondas sobre el thalweg van expresadas en el estado con la máxima y mínima de cada tabla, chorrera o vado, donde se observa que hay algunos puntos en que la mayor profundidad consiste en algunas pulgadas.

La velocidad que adquieren las aguas en una chorrera la van perdiendo en la tabla inmediata, porque las causas retardatrices aumentan, hasta que vuelve a presentarse otra, y se repite el mismo efecto. Los materiales gruesos de acarreo se encuentran en el lecho de las chorreras, mientras que las tierras y léganos se hallan en las tablas; esto, que a primera vista parece una contradicción, se explica de la manera siguiente: durante las avenidas, aquellos resbalan en las tablas sobre un fondo limoso llano y unido, expuestos a la acción de la corriente, que los arrastra con facilidad; mientras que en las chorreras, no deteniéndose las arenas y tierras, en razón a su mayor velocidad, las piedras están lavadas y en sus intersticios engranan unas con otras, acomodándose de tal modo, que la corriente no puede vencer su resistencia. Los acarreos pedregosos provienen de los destritus de la sierra y de los cantos rodados y guijarros que tiene el terreno en que el río trabaja su lecho. La velocidad que se observa de cinco y seis piés en algunas chorreras, para una profundidad de agua que no excede de un pié, demuestra a qué punto lle-

gará la impetuosidad de la corriente cuando las aguas subieran de ocho a diez piés. La menor pendiente, está en las tablas, la mayor en las chorreras: la mayor profundidad y latitud en las primeras, la menor en las segundas, que es lo contrario de lo que se verifica en los ríos propiamente tales: en ellos, a la mayor latitud corresponde menos profundidad y aumento de pdndiente, mientras que en la menor se encuentra más profundidad y disminución de pendiente: en consecuencia, la parte del Guadalquivir de que nos ocupamos tiene todas as propiedades de un río torrente

Las islas e islotes se encuentran en general en las chorreras; su situación presenta diferencias, en algunos casos, de las que designan los principios de las aguas corrientes, si bien en otras está acorde con ellas: la naturaleza del álveo del Guadalquivir hace que estos principios, en general, se encuentren comprobados en su curso con muy ligeras excepciones, de la misma manera que los exponen los autores cláeicos que han escrito sobre la materia

El gran número de islas que hay en el curso del Guadalquivir produce otras tantas bifurcaciones en las aguas bajas, que son perjudiciales a la navegación, porque dividen el río en brazos justamente en los parajes en que se encuentra menor profundidad de agua: es, pues, indispensable construir las obras necesarias para reducir el curso a un sólo brazo uando se

acerquen a dicho estado, pues, de lo contrario, a cada avenida resultarían alteraciones en el régimen. que en muchos cas s inutilizarían la novegación. No es posible individualizar en este momento las obras de que se trata: unas veces serán diques que cierren los brazos que deban cegarse; en otras, diques concéntricos a las márgenes o espigones perpendiculares u oblicuos a la corriente, etc La clase de estas obras, así como su método de construcción y la elección de materiales, debe resultar del examen de cada caso particular: lo único que puede asegurarse, atendida la grande altura que toman las aguas altas, es que todas estas obras deben ser sumergibles, pues su efecto principal se produce en aguas bajas y para esto no necesitan levantarse demasiado sobre el nivel de estas. En cuanto a los materiales de construcción, pueden ser, en general, los más baratos, y de los que se tengan más a mano, sin empeñarse en obras costosas, porque su éxito no es seguro, y rara vez, después que se estudian sus efectos, dejan de adoptarse algunas adiciones y correcciones que contribuyan a llenar su objeto

En la extensión de quinientos noventa y cinco mil cuatrocientos tres piés, medidos desde el punto señalado en el puente de Córdoba hasta el principio de la chorrera de los Cañuelos en que se suspendió la nivelación y la medida, por las causas que ya hemos mencionado,

se ha encontrado un desnivel de 343,73 piés, lo que da una pendiente media de 0,64 por 1.000. Pero esta pendiente no se encuentra uniformemente distribuída en el curso del río; hay puntos en que es mucho mayor, y en otros, menor, como sucede generalmente en las circunstancias tan variables que presenta la naturaleza, y puede observarse en el estado bien se consideren los desniveles o las velocidades; cualquiera de estos datos da una idea bastante aproximada de la regularidad con que la pendiente está distribuída.

El terreno en que está abierto el lecho del Guadalquivir presenta muy pocos escollos; de modo, que cualquiera barca chata de fondo ligeramente arqueado, navega con facilidad aguas abajo, con sólo el auxilio de la corriente; ésta aumenta en los parajes de menos fondo, cuya circunstancia ha hecho concebir lisonjeras esperanzas a los que no han considerado las dificultades de la subida. Las velocidades que hay en aguas bajas podrían salvarse con trabajo; pero cuando se aproximan a altas, adquieren una velocidad considerable, en razón a que las causas retardatrices no aumentan si no son los perímetros mojados, mientras que las masas crecen con las secciones, a la cual se une la gran pendiente. Es tan notable este incremento de velocidad, que en casi todas las tablas se forman remolinos, y aún en las más tranquilas en que están las barcas, su

servicio se hace con sumo trabajo y dificultad, teniendo que abandonar las maromas en los aumentos de agua.

Si el río pudiese despojarse, como algunos quieren, de los obstáculos que se oponen a su curso, y quedase como un canal, bien poca o ninguna agua contendría en el verano por efecto de su pendiente: en el día las tablas naturales y las artificiales que forman las presas retienen grandes masas de agua en el álveo, que contribuyen a dar al Guadalquivir el aspecto de un gran río; a pesar de esto, si la navegación quisiese asegurarse con una mediana regularidad, sería indispensable aumentar las presas para tener nuevas tablas de agua que la faciliten, haciendo desaparecer las chorreras o vados que más obstóculos puedan presentar en las aguas bajas.

El ejemplo que se cita en los Estados Unidos de América, en que por ríos de igual sonda que el Guadalquivir navegan barcas de hierro de pequeño calado, no es aplicable a nuestro caso, porque aquellos ríos son de pequeña pendiente, y en lo general las crecidas no son tan impetuosas; es un error muy vulgar suponer que la dificultad de la navegación del Guadalquivir consiste en la falta de fondo, cuando en realidad donde está es en la pendiente. También se dirá, y es cierto, que hay ríos navegables en Europa de velocidades análogas a las del Guadalquivir, pero el caudal de aguas

es mucho mayor: poca agua y poca pendiente permiten la navegación de un río de un modo relativo a estas circunstancias; lo mismo sucede a la mucha agua con mucha pendiente; pero el caso del Guadalquivir, de poca agua y mucha pendiente, es más desfavorable que aquellas, y de los que exigen por necesidad para el establecimiento de la navegación, obras de arte y muy costosas

Puede sentarse. como un dato que no es exagerado, la pendiente de uno por cuatro mil o sea 0,25 por 1.000, como la media que deben tener los ríos para ser cómodamente navegables; y aún algunos autores la hacen bajar hasta uno por cinco mil. Siendo la del Guadalquivir. en la parte reconocida, de 0,64 por 1.000 pies, se ve que naturalmente no es navegable. si no se construyen obras de arte que modifiquen en cierto modo su pendiente; estas obras son presas con puertas o exclusas para el paso de las barcas, y según la naturaleza del lecho del Guadalquivir, casi todas exigen fundación más o menos perfecta, so pena de exponerlas a frecuentes ruínas.

También se ha observado en el sondeo del reconocimiento, que hay puntos de thalweg donde se notan grandes depresiones en el lecho, presentando sondas de treinta y cuatro pies y en la inmediación de alguna hubo puntos en que no se encontró fondo a los cuarenta; parece probable que estas grandes depre-

siones se hallen formadas de sumideros sostenidos por corrientes subterráneas más o menos considerables, que arrastran las materias de las turbias e impiden que e fondo tome la forma que le conviene, atendido el movimiento de las aguas y la clase de terreno en que está abierto el lecho. No sería extraño que al construir nuevas presas aparecie en en sus tablas, donde permanece estacionaria una gran masa de agua, depresiones que disminuyesen el caudal del río. Muy importante sería poner en claro este hecho, pero como para hacerlo con la certeza que corresponde era indispensable aforar las aguas con la mayor exactitud, antes y después de la depresión, y esto exigía mucho tiempo, no fué posible poner en práctica esta averiguación.

Las presas

Las presas deben irse situando en sentido inverso; es decir, de Sevilla a Córdoba, y en el mismo orden debe procederse a su construcción, a fin de que en el caso de suspensión de trabajos los que se hayan ejecutado no sean perdidos para que la línea navegable se extienda con la continuidad conveniente Como el reconocimiento no se ha terminado, por las causas manifestadas anteriormente, no ha sido posible dar una razón cierta del número ni de-

dicarse al detenido examen que cada localidad hubiera exigido; lo que desde luego puede asegurarse, además de las indicaciones que dejamos hechas sobre su fundación, es que casi todas necesitarán trabas artificiales y diques con el fin de que el río no las rodee en las avenidas, con riesgo de variación de lecho. Sin embargo de todo, para cumplir con la orden y poder dar alguna idea del coste de estas obras, determinaré el número de ellas de un modo aproximado, prescindiendo del examen de las alturas y de sus perfiles, por ser puntos muy difíciles de fijar aún con todos los datos necesarios al efecto.

Muy conveniente sería que la navegación se continuase hasta la tabla de aguas que baña el murallón de Córdoba últimamente construido; pero atendiendo a las dificultades que ofrece el paso del puente y las presas, con los demás obstáculos que hay en su inmediación, supondré que la navegación no pasa de la Alameda del Obispo, o sea del extremo de la tabla que forma la presa del molino de Casillas, que dista de la puerta del puente de Córdoba cuatro mil setecientos cuarenta y dos piés. En este supuesto, designaré las nuevas presas, sin fijar sitio determinado, empezando por la parte baja Antes de Alcalá del Rio, hacia el punto en que hacen sentir sus efectos las mareas muertas debe colocarse una; dos entre Alcalá y Cantillana, una entre este último pueblo y la

presa del molino de Alcolea, otra entre esta y la del molino de Lora, dos entre esta y las presas de los molinos de Posadas y, finalmente, cuatro desde aquí a la del molino de Casillas. En todo suman diez y seis presas de nueva construcción por lo menos y siete de las existentes, que sería necesario componer y preparar con exclusas o puertos para el paso de los barcos.

Según las observaciones de los autores más acreditados, cuando las presas no pasan de diez a quince piés de altura apenas producen en las avenidas una ligera alteración en la superficie de las aguas, bajo cuyo aspecto las presas de esta elevación no presentarán grandes inconvenientes. En las márgenes formadas por barrancos habrá desprendimientos que sería indispensable precaver con desmontes y plantaciones convenientes, poniendo asímismo en práctica estos medios en la mayor parte del río para asegurar el álveo.

Plantaciones

Muchas son las especies de árboles que pueden plantarse en las orillas del Guadalquivir; todas las que se conocen en los paseos y jardines de Sevilla pueden aplicarse sin ningún inconveniente hasta Córdoba.

Entre los arbustos merecen distinguirse la

mimbrera común y el taray (en Andalucía taraje); este, conocido por los botánicos con el nombre de thamariz gallica de Linneo, se encuentra con mucha frecuencia, y espontáneamente ha consolidado las márgenes de las partes en que el río tiene un régimen más permanente, cuya circunstancia prueba el gran partido que el arte puede sacar de este arbusto, que se multiplica prodigiosamente Sus raíces son muy ramosas y se entrelazan, formando un tejido que da al terreno grande consistencia; pueden formarse matorrales espesos, y en nada impide la proximidad de las plantas para su lozana vegetación, cualidad ventajosa para la preservación de la superficie del terreno en que se hagan las plantaciones. Su altura es de cinco a diez piés cuando crece libremente, pero por medio de talas o cortes hechos con inteligencia, podrá sostenerse a la altura que convenga. Las ramas de los tarajes y mimbreras, que se corten para facilitar la sirga, tendrán una aplicación muy ventajosa en la construcción de faginas, zarzas, cestones, etc. que se empleen en las obras del río.

Caminos de sirga

Habrá dificultades para establecer los caminos de sirga y sirgaderos, y no podrán tenerse al pronto sino con mucha imperfección;

es casi imposible llevarlos siempre por una margen, y para establecerlas en algunos parajes hay que empeñarse en muchos gastos, sin tener posibilidad de darles la altura conveniente. De cualquiera manera, es preciso contar que han de ser sumergibles en las avenidas, y lo mismo se ha de entender respecto a las exclusas, trabas y algunos diques; lo más que puede exigirse de estas obras, atendida la grande altura de las aguas extraordinarias, es que sirvan en aguas altas, pero tan pronto como el nivel se levante sobre ellas la navegación debe cesar, quedando las obras sumergidas.

Aguas extraordinarias

El conocimiento de estas aguas, sin la presencia de una avenida, se hubiera tomado por tradición, cuyo medio, aunque se adopte con discernimiento, da siempre un resultado erróneo. En Sevilla se encuentran algunas lápidas de las mayores riadas, y en casi todos los pueblos se conserva memoria de los puntos donde el agua llegó: también los prácticos han designado puntos en la vega, que a la simple vísta han ofrecido contradicciones difíciles de arreglar. Sin embargo, se ha tomado la sección del hecho mayor donde hubo confianza en el acierto, sin hacer, por falta de tiempo, un estudio completo con las correspondientes nivelacio-

nes y la detención que merecía, dejándolo para el caso en que se determine la conclusión del reconocimiento o se emprendan trabajos más en regla. Puede asegurarse que en algunos puntos se levanta el nivel de las avenidas sobre las aguas bajas de veinte a treinta piés, y aún hay algunas en que suben hasta cuarenta o cincuenta, según las circunstancias locales.

Exclusas

La grande altura que toman las aguas en las avenidas impide la adopción de las exclusas laterales del río, las cuales, no pudiendo ser sumergibles porque se inutilizarían a cada avenida, habría que rodearlas de diques muy elevados y puertas de grande altura, cuyos inconvenientes son fáciles de vencer; no queda, pues, otro recurso para el caso en que las exclusas se empleen, que adoptadas colocarlas en las presas, debiendo ser sumergibles en las avenidas.

Limpia

También sería preciso adquirir algunas dragas, o emplear barcas con compuertas movibles, u otros aparatos que dirigiesen la co-

rriente de las aguas en términos que se pudiesen limpiar algunos bajos o aumentar el fondo luego que estuviesen construídas las presas; pues que llegado este caso, la limpia puede ser ventajosa respecto a que, por medio de las presas, el régimen del río ha tenido una alteración favorable para la conservación de este trabajo. Empeñarse en limpias en el Guadalquivir sin aquel indispensable requisito lo considero inútil y bien pronto la naturaleza repondría su obra burlando los esfuerzos del arte

Aforo del caudal de aguas

Se ha hecho la medida de las aguas del Guadalquivir en las secciones 75, 82 y 83 antes de la confluencia del Genil, dando por resultado en la primera mil doscientos ochenta y tres pies cúbicos por 1'; en la segunda mil ciento cuatro, y para la tercera mil ochenta y siete; de donde puede sacarse un término medio de mil ciento veinticuatro pies cúbicos para el caudal de aguas de este paraje; después del Genil se verificó también la medida en las secciones 88, 90 y 91, encontrándose en la primera mil doscientos cuatro, en la segunda mil quinientos sesenta y en la tercera mil ochocientos diez y siete; estos resultados no se prestan a que pueda tomarse un término medio, mucho más si se atiende a que por el Ge-

nil corren quinientos cincuenta y dos pies cúbicos, que unidos al término medio anterior, componen un total de mil seiscientos setenta y seis, que debía igualar con la medida ejecutada en la sección 88; y por el contrario resulta una diferencia por defecto de cuatrocientos setenta y dos pies cúbicos. Esta irregularidad puede explicarse por la observación hecha anteriormente sobre las filtraciones subterráneas de las presas; con efecto, en la sección 90, después de la presa de Peñaflor, el caudal de aguas aumenta; y, por último, en la sección 91 y se presenta con un exceso de ciento cincuenta y un pies cúbicos, que puede provenir, en gran parte, de las filtraciones de la sierra y demás terrenos elevados. También puede atribuirse la discordancia de aquellas medidas a la inexactitud que necesariamente hay en la determinación de la velocidad media deducida de la velocidad en la superficie. Por esta razón, todas las medidas hechas hasta el día son inexactas; para obtener un resultado cual corresponde, hubiera sido indispensable emplear un método largo y que por lo tanto no ha sido posible poner en práctica.

Sin embargo de que los resultados anteriores no ofrezcan la debida confianza, puede suponerse como dato aproximado que por el Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla, antes de la confluencia del Genil, corren en aguas bajas de mil ciento a mil trescientos pies cúbicos, y

después de mil setecientos a mil novecientos; con el bien entendido, que la primera cantidad disminuye aproximándose a Córdoba, así como la segunda aumenta bajando hacia Sevilla. Comparando estos volúmenes con los de mil quinientos o dos mil pies cúbicos, que se consideran como mínimo para los rios navegables, se ve que el Guadalquivir antes del Genil no tiene caudal suficiente de aguas para la navegación, y que después este se halla comprendido entre los límites del mínimo, que es el estrictamente necesario; de modo, que ni por el volúmen de aguas, ni por la pendiente el Guadalquivir es naturalmente navegable. Aunque se construyesen las obras necesarias para remediar estos inconvenientes con un éxito completo, durante las aguas bajas habría épocas en que los gastos de una navegación de mediana actividad no podrían cubrirse, tanto más si por economía se adoptaban puertos para el paso de las presas, los cuales tienen pérdidas y gastos de mucha consideración; de manera que este tiempo y el que durasen las avenidas debía ser perdido para la navegación, por muy perfectas que fuesen las obras construidas, pues el arte no alcanza a precaver estos inconvenientes en su totalidad.

Presupue-to aproximado

Suponiendo que la longitud media de las presas, con inclusión de las trabas o apoyos en las márgenes, sea de ciento cincuenta varas y que el valor de la vara lineal sea de dos mil quinientos reales, cada una costará trescientos setenta y cinco mil reales y las diez y seis seis millones.

La vara lineal de las presas actuales cuesta de ochocientos a mil reales, cuyo valor se ha aumentado en razón a que la construcción debe ser muy esmerada para asegurar su estabilidad.

La construcción de puertos en las siete presas que se conservan, con algunas reparaciones, costará doscientos ochenta mil.

En reducir el río a un solo brazo, en todos los sesenta parajes en que hay islas, que en cada uno haya de ejecutarse como término médio una obra de cincuenta varas de longitud y que de las diferentes construcciones empleadas sea el valor medio de la vara lineal doscientos reales, el coste de cada una ascenderá a diez mil y el de las sesenta a seiscientos mil.

En el arreglo de las márgenes, plantaciones en los parajes convenientes y habilitación provisional de un camino de sirga, podrá po-

nerse a la legua cincuenta mil reales y las treinta y seis importarán un millón ochocientos mil.

Total reales vellón nueve millones ciento ochenta mil.

Son nueve millones ciento ochenta mil reales vellón.

Advertencia: Si el camino de sirga se quisiese hacer más en regla, acaso no bastarían seis millones para conseguirlo: de todos modos es indispensable contar con un gasto anual, no pequeño, para reparar los daños que produzcan las avenidas en las obras que quedan detalladas.

Suponiendo que para evitar los inconvenientes de los puertos se prefiriesen las esclusas para las presas nuevas y siete para las construidas, que forman un total de veinte y trescientos mil reales cada una, importan seiscientos noventa mil

El coste de las presas, por la supresión de los puertos, podrá reducirse a cinco millones.

La suma de los demás gastos en todo iguales a los del presupuesto anterior, asciende a tres millones ciento cuarenta mil.

Total reales vellón quince millones cuarenta mil.

Son quince millones cuarenta mil reales vellón.

Conclusión

El estado inserto en este escrito y los planes de que se ha hecho mención, resumen todos los datos recogidos en el reconocimiento; sobre ellos podrán las empresas arreglar los proyectos y fundar sus propuestas, que parece fué el principal objeto del Gobierno; además he creido oportuno añadir algunas noticias históricas de interés y las consideraciones convenientes para ilustrar un asunto que se reputa de mucha dificultad en las construcciones. El ingeniero puede poco en materia de ríos, si no liga sus determinaciones con la observación de la naturaleza; otras comisiones del servicio y el rigor del invierno impidieron que hiciese este estudio con la detención que hubiera deseado, ni tampoco ha sido posible llenar en todas sus partes la instrucción, si bien en los puntos principales se ha cumplido; por estas razones, a pesar del celo con que he procurado desempeñar mi comisión, estoy bien persuadido de la imperfección de este trabajo, que podrá servir para que el Gobierno pueda tomar con algún conocimiento las determinaciones que más puedan contribuir a mejorar las comunicaciones de las provincias de Andalucía. Madrid 15 de Febrero de 1844.—*José García Otero.*

Apéndice al reconocimiento del río Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla, practicado a fines de 1842.

Canal lateral

No se puede examinar la vega del Guadalquivir en las inmediaciones de Sevilla sin fijar la atención de este proyecto, cuya descripción se encuentra en la memoria del señor don José Agustín de Larramendi, publicada en 1820. Mi objeto al llamar la atención sobre el canal se reduce únicamente a manifestar, como lo hizo en su escrito este hábil y experimentado ingeniero, la importancia de la última parte del proyecto, o sean las derivaciones de Lora a Alcolea. El autor, al hacer el examen de estas derivaciones en un suplemento a dicha memoria, se presenta indeciso en la elección; pero en mi entender hay una razón concluyente que domina a todas: la derivación que ponga las aguas en Sevilla en el menor tiempo y con el menor coste es la preferible tanto más si se atiende a que desde Alcolea hay alguna posibilidad de continuar la navegación por el río hasta Lora.

Los elementos de prosperidad que proporcionaría esta parte del canal a la primera capital de Andalucía, los voy a exponer sucinta-

mente: respecto a la navegación, supondré que sea nula para el transporte de efectos comerciales, pero al propio tiempo nadie desconocerá la grande utilidad del arrastre de la piedra de construcción de que tanta necesidad tiene aquella populosa ciudad para mejorar su ornato público y los caminos de sus inmediaciones. Las caidas de aguas producirían una cantidad de fuerza motriz que puede aplicarse para el establecimiento de fábricas y artefactos, y si se formasen hacia el río Guadaira contribuirían al fomento de las fábricas de lienzos que hay en su confluencia con el Guadalquivir. Por último, la circunstancia de poner en regadío sobre cuarenta mil aranzadas en los alrededores de la población, es una ventaja que por sí sola debe llamar muy particularmente la atención del Gobierno; en la memoria del señor Larramendi se encuentra tratado este asunto con la extensión y el lleno de datos que requiere su importancia.

Si algún día Sevilla reconoce sus verdaderos intereses, esta obra no podrá por menos de realizarse, sobre todo si el Gobierno le dá la protección que merece; y esta es otra razón más para que el camino de la vega vaya por la izquierda del Guadalquivir entre el canal proyectado y el río, atravesando los terrenos que con el tiempo se han de poner en regadío.

Al sacarse a subasta la navegación del Guadalquivir ante la Diputación provincial de

Córdoba, por orden del Ministerio de la Gobernación de la Península de 6 de Febrero de 1842, se fijaron, entre otras condiciones, la sexta, que dice así: Finalmente, que no obstará esta condición en ningún tiempo para que el Gobierno y los particulares construyan canales laterales, bien de navegación o de riego, según convenga. Esta condición debe tenerse muy presente y darle la mayor publicidad, para que en ningún tiempo puedan desalentarse las empresas que promuevan tan útiles proyectos, pues no debe desconocerse que los que reúnen la circunstancia del regadío son preferibles a los de sola navegación, porque además de que influyen más en la prosperidad del país, la creación de productos debe siempre considerarse de un orden superior a los transportes.

Parece increible que un proyecto de tantas utilidades bajo el aspecto del interés mercantil no se haya realizado a pesar de las tentativas y trabajos preparatorios que ha ejecutado la Compañía del Guadalquivir; la timidez de las empresas en acometer estas obras sólo puede desvanecerla el Gobierno preparando datos que simplifiquen los proyectos, removiendo con su autoridad los obstáculos que se opongan a su ejecución, y auxiliando con los medios que estén en sus facultades hasta que consiga estimular el interés individual en beneficio propio y de los intereses generales. Madrid 15 de Febrero de 1844.—*José García Otero.*

Conclusión del reconocimiento del río Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla, practicado en virtud de orden de la Dirección General de Caminos. Canales y Puertos, fecha 4 de Septiembre de 1844, en consecuencia de la autorización dada a la misma por Real orden de 22 de Junio del mismo año.

Preliminar

El día 30 de Septiembre de 1844 se dió principio a las operaciones relativas a la conclusión del reconocimiento del río Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla, continuándolas sin intervalo alguno en los meses siguientes de Octubre y Noviembre, hasta que se concluyeron: en todas ellas fuí auxiliado con la cooperación del ingeniero segundo don Carlos Cortés, destinado a mis órdenes con este objeto.

La parte del río que no pudo reconocerse en 1842 es la comprendida entre el punto B, marcado sobre la margen izquierda del principio de la chorrera de los Cañuelos, y el punto C, señalado en el extremo de la zapata del estribo izquierdo del puente de barcas de Sevilla, término que se había fijado a las operaciones en dicho año. En esta parte se encuentra una porción de río sujeta a la inf uencia de las mareas, y habiéndome propuesto estudiar este

efecto con relación a las muertas en aguas bajas, fué preciso deducir por tradición el punto en que termina. Los patronos más prácticos estuvieron conformes en designar el extremo inferior de la tabla de Alcalá, lo cual se comprobó por las observaciones hechas en las orillas; pero considerando los escasos desniveles de dicha tabla y de la inmediata superior llamada de las Plagas, y también que dicho efecto debía continuar agua arriba del punto indicado, aunque no fuese de una manera muy perceptible, se señaló para su límite, en el supuesto elegido, el trallo de pesca situado al principio de la tabla de las Plagas.

En la porción no sujeta al influjo de las mareas, se procedió a la rectificación de las marcas señaladas en 1842; en las que habían desaparecido se establecieron las secciones en los mismos sitios; de modo que completan las 133 de que se hizo mención en el primer escrito, con la diferencia de que la 133, que pertenece a la tabla de las Plagas, se excluye ahora para incorporarla con las restantes; así pues se han tomado siete secciones comprendidas entre la 126 y la 132 inclusive.

Hecho el señalamiento de aguas en un día determinado se procedió al sondeo del thalweg, a la medida de velocidades y a la nivelación, verificando estas y las demás operaciones de un modo enteramente igual y conforme a las que se mencionaron en el citado escrito, y su-

jetándose en un todo a lo prevenido en la instrucción que servía de base al reconocimiento.

Concluido este trabajo en el principio de la tabla de las Plagas, se continuaron enseguida las operaciones hasta llegar al puente de barcas de Sevilla, en cuyo espacio se establecieron once secciones transversales en los puntos convenientes, siguiendo la numeración hasta la 143, contigua al expresado puente. Y como en este tiempo la estación se hallaba bastante adelantada y habían sobrevenido algunas lluvias que, aunque de corta consideración, obligaban a introducir correcciones, tanto en el sondeo como en la nivelación. se trató de averiguarlas con el mayor cuidado; pero careciendo de observaciones exactas fué indispensable adquirir su conocimiento en cada caso, valiéndose de los prácticos. Igual medida se adoptó para señalar las líneas de alta y baja marea en las secciones, pues su observación directa hubiera retardado mucho la conclusión del reconocimiento; los medios más exactos sólo pueden convenir a trabajos hechos en toda regla, los cuales exigen tiempo sin limitación y una multitud de recursos y agentes de confianza que no pueden proporcionarse fácilmente; para llenar el objeto que el Gobierno se ha propuesto, bastan los datos como se han adquirido, aunque tengan algún pequeño error inherente a la clase del trabajo.

El estado siguiente es continuación del que

se incluyó en la primera parte del reconocimiento; en él se enumeran por su orden las tablas, chorreras, vados y presas, siguiendo el sentido de la corriente, y se dan a conocer los datos más esenciales como las circunstancias y particularidades de cada sitio.

(Siguen otros cuadros y estado de reconocimiento, páginas 112 al 131.)

Los resultados parciales del estado que antecede, considerados aisladamente, no presentan circunstancia digna de llamar la atención, pues las advertencias que pudieran hacerse serían una repetición de las que se pusieron al final del estado inserto en la primera parte del reconocimiento; por cuya razón se han reunido los de uno y otro para encontrar la distancia y desnivel totales entre los puntos extremos A y C, marcados en la casa de aguas contigua a los puentes de Córdoba y Sevilla.

La suma de las longitudes de las tablas, chorreras, vados y presas, medidas sobre las márgenes del río, debiera ser idéntica a la de las distancias entre marcas o secciones transversales, y aparece una diferencia de dos mil quinientos veinte y cinco pies; esta cantidad, pequeña con relación a la distancia total, y hasta insignificante atendida la naturaleza del trabajo, se ha compartido por mitad entre dichas sumas para hacerla desaparecer; en consecuencia, la longitud reconocida del río entre los puntos A y O es de setecientos quince mil

novecientos sesenta y dos pies, que equivalen a 35'79 leguas, con un desnivel en la casa de aguas de 374'01.

Para facilitar la inteligencia de lo que vamos a exponer, se ha separado la parte sujeta al influjo de las mareas de la que carece de esta circunstancia; la primera tiene de longitud setenta mil cuatrocientos sesenta y seis pies, o 3'52 leguas, con un desnivel de 13'51 pies, mientras que a la segunda corresponden seiscientos cuarenta y cinco mil cuatrocientos ochenta y seis pies, o 32'27 leguas, con el desnivel de 360'50 pies.

Planos

Al practicar el reconocimiento preparatorio para disponer las operaciones entre el punto B y el puente de Sevilla, teniendo a la vista el plano del señor de Larramendi, notamos las muchas diferencias que en él aparecen respecto al verdadero curso del río, por las manifestadas cuando hemos tratado del mismo asunto. La corrección de estas diferencias o la rectificación del citado plano nos hubiera empeñado en un trabajo largo, que al cabo no podía menos de dar un resultado imperfecto; esta consideración, unida a la importancia que tienen en los grandes ríos las partes sujetas a la influencia de las mareas, pues por ellas se em-

piezan comunmente las obras para mejorar y extender la navegación, me decidieron a hacer el levantamiento de un plano de la correspondiente al Guadalquivir, tan exacto como pudiera obtenerse con los medios y el tiempo de que podía disponer; así se verificó en efecto. Las diversas comprobaciones hechas en este plano con motivo del reconocimiento de la derivación de Alcolea han dado siempre la más perfecta coincidencia, cuya circunstancia inspira suficiente confianza acerca de su exactitud.

Dicho levantamiento, que se hizo en la escala de 1/1.000, comprende os trozos 18, 19, 20 21 (P. II.) En el álveo del río se ha trazado la línea navegable o thalweg, anotando en ellas las sondas, las cuales se ha procurado tomarlas equidistantes en una misma tabla, chorrera o vado Los puntos límites del lecho menor de las secciones, unidos a otros determinados fuera de ellas, han servido para trazar las líneas de bajas aguas, y lo mismo se ha hecho para las correspondientes a las ordinarias de invierno: en cuanto a las extraordinarias, su estudio es complicadísimo, y por lo mismo nos hemos limitado a señalar la línea de estas aguas, siempre que no hubiese duda sobre su fijación y la época de la avenida. Se ha procurado dibujar las márgenes con la mayor propiedad, acompañándolas de los accidentes topográficos y objetos notables que puedan contribuir a darlas a conocer con la mayor clari-

dad. Los cuatro trozos expresados se han señalado en el plano segundo con el fin de completar el cuadro de reunión que con este y el primero se representa para conocer a un golpe de vista la completa dirección de trozos entre Córdoba y Sevilla y las relaciones que tienen entre sí.

Las 18 secciones transversales comprendidas entre los números 126 y 143 se han construido con la escala de 1/300 en ocho hojas o planos particulares por idénticas razones a las que se expusieron al tratar de ellas en la primera parte del reconocimiento. Hasta la sección 132 inclusive se han marcado las líneas de aguas bajas de estío y ordinarias de invierno; desde la 133 hasta la última señalada con el número 143, se representan las líneas de alta y baja marea con relación a las aguas bajas; pues tanto para los demás estados como para las mareas vivas, dichas líneas experimentan variaciones muy notables que ha sido imposible determinar ni aún por aproximación. También se han puesto las líneas de aguas extraordinarias que han reunido las circunstancias antes indicadas.

Parte del río no sujeta a las mareas

Al examinar el río considerando separadas las dos partes, que tan marcadas diferencias

tienen entre sí, lo haremos concretándonos a las operaciones hechas en 1844, salvo el caso en que sea necesario incluir la porción reconocida en 1842, como sucederá al tratar de la pendiente general que corresponde a la primera de aquellas. En la exposición se seguirá el orden del primer escrito para presentar las ideas con la mayor claridad.

La cuenca del Guadalquivir, entre el punto B y el puente de barcas de Sevilla, no se altera en su constitución física, si bien las vegas bajas son mucho más extensas, con especialidad por la ladera izquierda. Los efectos de las avenidas son mayores en las inmediaciones de Sevilla, a lo cual contribuyen varios ríos viejos o madres abandonadas que separan las aguas inundando muchos terrenos como se verifica en el termino de la Rinconada. Por esta causa las variaciones de posición del lecho no son muy marcadas, y raras veces ocurren, pero las hay con frecuencia en los perímetros mojados; en estos influyen las diversas curvaturas de las sinuosidades del río, la disposición de las márgenes y la consistencia del fondo, y a cada paso se ven comprobados con corta modificación los efectos admitidos en la teoría de las aguas corrientes

No se han notado tablas de tan considerable longitud como en el primer reconocimiento, pues la mayor es de ocho mil quinientos diez pies, bien es verdad que aquellas estaban

formadas artificialmente por medio de presas, y si estas existiesen en la parte reconocida últimamente pudieran resultar de más de veinte mil pies. Las sondas del estado pertenecientes a las tablas, chorreras y vados, con la máxima y mínima de cada uno de estos accidentes, demuestran que hay tablas de muchos pies de profundidad de agua, al mismo tiempo que en otros parajes se reduce a seis pulgadas.

Las mayores pendientes y velocidades se encuentran en las chorreras, verificándose lo contrario en las tablas, de modo que se conservan las propiedades de un río torrente. Al principio de las chorreras se hallan las islas, que por lo común dividen el curso del río en dos brazos muy desiguales, pasando por el mayor casi todas las aguas bajas; para reducirlo a un solo álveo deben cegarse los brazos más pequeños, cuya operación es fácil hacer construyendo las obras convenientes, sobre lo cual se han hecho en otro lugar las oportunas advertencias.

Se ha dicho que desde el punto A, contiguo al puente de Córdoba, hasta el principio de la tabla de las Playas, hay seiscientos cuarenta y cinco mil cuatrocientos ochenta y seis pies y, siendo el desnivel de 360 50 pies, corresponden a cada 1.000 0'56, y por legua 11'20; esta pendiente debe mirarse como media general que no está repartida uniformemente en dicha longitud, pues como puede observarse en los

desniveles parciales del estado, las hay mayores y menores que ella. Con la agregación hecha de la parte del río comprendida entre la chorrera de los Cañuelos y la tabla de las Playas, se ha obtenido una rebaja de 0'08 de pie en la pendiente general hallada en el reconocimiento de 1842, que es a cuanto podia aspirarse; aún así no es difícil conocer que se adelante muy poco en la facilidad de la navegación bajo este respecto, pues resultando por cada legua 11'20 pies de pendiente general se ve que todavía es más de un duplo de la de cuatro o cinco pies por legua, admitida para que los ríos sean naturalmente navegables.

Las obras para establecer la navegación entre la chorrera de los Cañuelos y la tabla de las Playas, son idénticas a las que se manifestaran con igual objeto en el primer escrito, y por esta razón se incluyó desde luego su importe en el presupuesto aproximado. Las plantaciones, como allí se dijo, son el medio más eficaz y económico para asegurar las márgenes y consignar la estabilidad del régimen: uno de los hechos que pueden citarse en corroboración de esta verdad, es el ejemplo notable de vegetación observado en el vado de Vázquez. Sobre la derecha de éste existía en 1842 una playa vieja por donde las aguas de avenida producían grandes daños en las tierras del mismo lado; los riberiegos plantaron para defenderlas una fila de varillas de mim-

brera, cuya extensión de quinientos o seiscientos pies se había convertido a fines de 1844, en un soto espeso de arbustos de catorce a diez y seis de altura, produciendo a su pie un aterramiento de nueve a doce pies y cortando la velocidad de las aguas desbordadas. Esto prueba el gran partido que puede sacarse de la lozana vegetación que hay en las márgenes del Guadalquivir y la ventaja marcada de hacer uso de las mimbreras para las plantaciones de perentoria necesidad.

Parte sujeta a las mareas

Entre las tablas de las Playas y el puente de barcas de Sevilla, se nota el efecto de las mareas, y esto produce modificaciones en los estados de agua del río.

Según que las mareas son mayores o menores, su influjo en el curso del Guadalquivir se prolonga más o menos; la extensión mayor de todas ellas corresponde a las aguas bajas, llegando las mareas de los equinoccios hasta la obra del cerrado de Vázquez, los botamentos a la chorrera de los Robles y las puntas de agua apenas son sensibles en Alcalá; en estos parajes desaparecen en aguas altas y, como entonces son poco importantes para la navegación entre Sevilla y Alcalá, no se ha puesto atención en sus efectos, por cuya causa hemos limitado

nuestras indagaciones a las mareas muertas con relación a las aguas bajas.

En la primera parte del reconocimiento se indicaron las reglas que sirven a los marinos para encontrar la hora de la marea en el puerto de Sevilla y entre este y Alcalá, haciendo uso de la tabla de mareas que publica anualmente el Observatorio astronómico de San Fernando para la bahía de Cádiz.

La primera regla es más exacta que la segunda, aunque las dos sean prácticas o empíricas, respecto a que no hay noticia de que se haya hecho con dicho objeto una sola operación en regla, por medio de la exacta medida del tiempo y del caudal de aguas dulces. unida al establecimiento de escalas de alturas en los puntos convenientes. Hacia la confrontación del cortijo de Majaloba, intermedia a Sevilla y Alcalá, la subida de la marea se verifica en dos horas y media y la variante en doble tiempo; de modo que las aguas permanecen estacionarias en cada marea muy cerca de cuatro horas y media: la distribución de este tiempo no se hace en partes iguales entre los límites de la desnivelación, pues por algunas mareas colocadas al borde del nivel superior, se ha visto que este ha permanecido invariable por espacio de tres horas. De aquí nace también la dificultad de aplicar la segunda regla por los términos vagos en que está expresada.

Observaciones más detenidas podrán recti-

ficar y completar lo que sobre la influencia de las marcas en el Guadalquivir acabamos de manifestar, sin otro objeto que reunir las noticias y datos correspondientes a la clase y objeto de este reconocimiento.

La longitud del río entre la tabla de las Playas y el puente de barcas de Sevilla es de setenta mil cuatrocientos setenta y seis pies, o 3'52 leguas. con un desnivel de 13'51 pies, correspondiendo a cada 1 000 pies 0'19 de pendiente general, y por legua 3 80, cuya cantidad es inferior a la de cuatro a cinco pies por legua que se ha señalado como la máxima: de donde resulta que esta porción de río es naturalmente navegable Así se verifica efectivamente en todo el año, a excepción de las épocas de avenida en que las grandes corrientes cortan la navegación; pero como el arte no ha influido nada en que aquella sea la más ventajosa posible, las circunstancias naturales se han combinado para crear ciertos obstáculos y disminuir mucha parte de su importancia; estos provienen de dos causas: primera, del escaso fondo de los bajos y vados, si bien son de corta extensión, y segunda, de los formados en algunas tablas por la excesiva latitud del álveo; la primera obliga a los que se dedican constantemente a la navegación a tener barcos de diferentes portes y calados.

Los barqueros de Alcalá los usan de ocho y veinte toneladas. con un calado de uno y

medio y tres pies; los primeros sirven en aguas bajas y los segundos en las altas. Los barcos de Cantillana son del porte mayor y sólo sirven en alguna época del año: los que de este pueblo pasan a Alcalá en aguas bajas y viceversa, apenas llegan a ocho toneladas, con muy pequeño calado, porque tienen que pasar las chorreras de los Robles y de los Cañuelos, con algunos vados de escasa profundidad de agua, y además los Piñonales, que es uno de los pasos más peligrosos de la navegación por la irregularidad y naturaleza de sus escollos. Esto prueba más que todo las dificultades de la navegación del Guadalquivir, aún en la parte baja, y es una contestación irrecusable para los que consideran esta empresa muy hacedera, acusando con inconcebible ligereza la incuria de los pueblos y del Gobierno. Alcalá y Cantillana demuestran que sus moradores, a pesar de tantos inconvenientes, no se han detenido en aprovechar el medio de transporte con que la naturaleza les brindaba, ni en arrostrar las penalidades y pérdidas consiguientes a su imperfección.

Las obras para perfeccionar la navegación entre Alcalá y Sevilla consisten principalmente en reducir la latitud del álveo entre trescientos cincuenta y cuatrocientos pies, según las localidades, por medio de plantaciones y diques concéntricos a las márgenes; no siendo posible aspirar a contener dentro del lecho las

aguas de avenidas extraordinarias, se extenderán siempre sobre la vega baja, pero hay gran diferencia entre arrasar las tierras de la labor por donde pasan, como sucede en el día, y cubrirlas de turbias casi muertas, muy beneficiosas a la agricultura; esto último se verificará tan luego como el río tenga una profundidad uniforme, en lo posible, con la desaparición de los altos fondos, que hacen el efecto de presas ocultas, para reverter en los campos las aguas de avenida. Bien sea por la constitución del suelo o por circunstancias accidentales, algunos de estos altos fondos se encuentran consolidados de muy antiguo, y probablemente no bastará para su remoción estrechar la latitud del río, si esta no se combina con la destrucción de aquellos por medio del arte, y así ambas obras deberán ejecutarse simultáneamente para conseguir la mayor economía y asegurar su respectivo éxito.

Aforo del caudal de aguas

A fin de completar lo que se dijo en la primera parte del reconocimiento sobre esta importante materia, se creyó indispensable practicar un nuevo aforo, lo más próximo posible al punto en que cesa el influjo de las mareas, para cuya operación se eligió la tabla de la corriente de Don Fernando, por reunir las cua-

lidades requeridas y encontrarse bastante próxima a dicho punto. Asímismo se eligió para sección transversal la 120, situada en dicha tabla, tomando las ordenadas o sondas de diez en diez pies, con el objeto de determinar su área con más exactitud; la velocidad en la superficie o casa de aguas se dedujo del resultado de cuatro observaciones consecutivas para venir a determinar la velocidad media. Con estos datos se ha encontrado la cantidad 1.812'16 pies cúbicos en cada segundo de tiempo, la cual puede considerarse como un mínimo respecto a que las aguas del río eran las más bajas de 1844. Esta cantidad resulta bastante acorde con las designadas anteriormente para la parte baja, y en nada altera los principios que hemos consignado sobre este asunto.

Adición al Presupuesto

Al tratar del coste a que ascendía el presupuesto aproximado, se incluyó toda la parte comprendida entre Córdoba y Alcalá en que debían construirse las presas, y aùn en el artículo relativo al arreglo de las márgenes, plantaciones y caminos de sirga, se valuaron estas obras para la longitud total del río entre Córdoba y Sevilla; pero no podia suceder lo mismo respecto a los puntos siguientes por no estar reconocidos y que forman el objeto de esta adición.

1.º Para reducir el río a un solo brazo, en las Islas del Cañón de San Salvador, Barqueta y Cartuja, 60.000

2.º Para remover la consistencia del fondo en el vado de Doña Luisa, así como en los bajos de Magaña y el Copete de San Jerónimo y para destruir algunos otros obstáculos que se oponen a la navegación, 150.000

En reducir el río a la latitud media de cuatrocientos pies en la parte sujeta al influjo de las mareas por medio de diques con plantaciones, concéntricos a las márgenes, en todos los parajes en que la latitud es mayor, 1.500.000

Reales vellón, 1.710.000

Añadiendo esta suma a la del presupuesto aproximado, se viene en conocimiento de su importe total en esta forma:

Para cuando las presas se pasen por puertos, reales vellón, 10.890.000

Y si se pasan por exclusas, reales vellón, 16.750.000

Madrid 1.º de Julio de 1846.—*José García Otero.*

Notas

1.ª El texto de las memorias ha tenido que modificarse suprimiendo las citas que tenían relación con los planos particulares de los trozos, cuya publicación, además de ser muy cos-

tosa, hubiera ocasionado dilaciones y dificultades para llevar a efecto con la prontitud conveniente la resolución del Gobierno

De estos planos existen dos colecciones completas en el Depósito Topográfico de la Dirección General de Obras Públicas, que en la actualidad forma parte del Ministerio de Comercio, Instrucción y Obras Públicas. Las personas que intenten hacer proposiciones para establecer la navegación del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla podrán consultarlos y examinarlos, obteniendo permiso del Gobierno.

2.ª Las cuentas de gastos originados en el reconocimiento arrojan de sí el resultado siguiente: Primero, el coste medio de la legua de veinte mil pies ha ascendido a mil quinientos reales, con inclusión de los sueldos e indemnizaciones de los ingenieros y el valor prudencial que habría tenido la compra de instrumentos y demás efectos necesarios. Segundo, si además de las operaciones del reconocimiento se hubiese levantado un plano topográfico, comprendiendo una zona de mil pies de latitud contigua a las márgenes del río, el coste medio de la legua hubiera sido de dos mil quinientos a tres mil reales. Tercero, en los trabajos de ríos ejecutados en toda regla, el precio medio de la legua hubiera estado comprendido entre seis mil y ocho mil reales.

Aunque este último precio se haya fijado aproximadamente, puede ser como los anterio-

res de grande utilidad al Gobierno y a las empresas para determinar anticipadamente el coste que tienen las operaciones preparatorias practicadas en los ríos, con el fin de habilitarlos para la navegación

En comunicación de 31 de Diciembre de 1843 y 3 de Abril de 1844, se manifestó al Gobierno que los señores jefes políticos de Córdoba y Sevilla don Angel Iznardi y don Francisco Moreno, en la primera época, y don José de Heceta en la segunda habían dispensado una decidida protección a las operaciones del reconocimiento del Guadalquivir, por todos los medios que están en sus atribuciones. Y también prestaron en esta ocasión los señores Directores de la Compañía del Guadalquivir un servicio que no debe pasarse en silencio: además de facilitar la memoria y plano del reconocimiento practicado por el señor brigadier don Manuel Bayo, entre Cantillana y el puente de Sevilla, pusieron a disposición de los ingenieros todos los instrumentos que posee aquella empresa, de los cuales se hizo uso para las operaciones de la provincia de Sevilla, habiéndose empleado en la de Córdoba las que facilitó la Escuela Especial del Cuerpo de Ingenieros de Caminos. Los ingenieros don Joaquín Núñez de Prado y don Alejandro Olavarría, destinados a los trabajos de la provincia de Córdoba y don Valentín María del Río y don Carlos Cortes, encargados de los correspon-

dientes a la de Sevilla, además de formar los planos de sus respectivos trozos, han redactado la parte del estado perteneciente a cada una de dichas provincias. Y en las mism s citadas comunicaciones fueron recomendados al Gobierno por el celo e inteligencia con que habían desempeñado sus encargos, a cuya circunstancia se deben los buenos resultados obtenidos en la corta duración de los trabajos. Madrid 1.° de Agosto de 1847.—*José García Otero.*

Reconocimiento de la derivación de Alcolea del Río, perteneciente al proyecto de canal lateral del Guadalquivir, practicado en virtud de orden de la Dirección General de Caminos, Canales y Puertos, fecha 4 de Septiembre de 1844, para elegir el mejor medio de utilizar las aguas de dicho río en beneficio de la prosperidad pública, por el señor Inspector General D. José García Otero.

Sobre los proyectos del canal

En 1820 se publicó una memoria acompañada de plano, dando a conocer el proyecto del canal lateral del Guadalquivir, formado por don José Larramendi, a cuyo efecto hizo los reconocimientos y operaciones convenientes. Los únicos trabajos en regla practicados anterior-

mente con igual objeto, cuya existencia consta, son los de don Carlos Lemaur, quien verificó una nivelación general y proyectó un canal navegable desde Madrid a Sevilla en 1785. Pero bien sea por la necesidad de ligar su traza a determinados puntos o por abrazar mayor extensión de terreno regable, es lo cierto que la directriz va generalmente muy alta, empeñándose, por tanto, en obras que hacen subir el coste a una suma considerable.

El señor Larramendi analiza en su escrito, con la detención que exige la importancia del asunto, todas las desventajas de este trazado; y también la experiencia enseña que los grandes canales no pueden menos de ir por las vegas bajas, so pena de caer en aquel inconveniente; así ha sucedido al canal de Aragón, en el cual se desatendió su inmensa importancia como vía navegable de primer orden. La separación de esta de las grandes capitales también es un inconveniente que en nuestros días se considera de la mayor consecuencia, y, sin embargo, así sucede en el citado canal, respecto a Zaragoza y Tudela.

Por una parte las dificultades de las obras y por otras las circunstancias de que el trazado de don Carlos Lemaur se separa algún tanto de Córdoba, decidieron al señor de Larramendi a derivar su proyecto de dicha capital, continuando la traza por la vega baja, con el fin de evitar los inconvenientes indicados, sin

que por ello se renunciase a la idea de una prolongación superior.

El mérito del último proyecto está reconocido por las personas inteligentes, después de simplificarse en él todas las obras; merecen particular atención los medios que se proponen para demostrar la posibilidad moral de llevar a cabo la ejecución de tan grandiosa empresa. Con el fin de conseguir este interesante objeto, divide la línea del canal en tres trozos, formando cada uno de ellos un proyecto completo, de tal modo, que empezando la construcción en sentido inverso, se consigue ir prolongando hacia arriba la navegación.

El trozo inferior puede ser de dos modos, haciendo la derivación en Lora o en Alcolea; el primero tiene tres leguas más de extensión, mucho mayor coste, y se empeña en obras que retardarían su conclusión algunos años; no sucede lo mismo al segundo, o sea la derivación de Alcolea, en la cual, si bien son menores las utilidades, no presenta dificultades de ejecución, puede hacerse en menos tiempo y es más fácil reunir el capital necesario; sin duda por estos causas la Dirección general resolvió que se hiciese un nuevo reconocimiento con el fin de ilustrar la cuestión adquiriendo mayor número de datos, los cuales se irán presentando al manifestar el orden sucesivo de las operaciones.

Trozo de Alcolea a Sevilla

Tan luego como concluí el reconocimiento del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla, en el puente de barcas de esta última ciudad, me trasladé a Tocina, acompañado del ingeniero segundo don Carlos Cortes, destinado a mis órdenes, después de haber reconocido detenidamente la parte de vega que media entre dicho pueblo y Sevilla, teniendo a la vista el trazado del señor Larramendi.

Plano

Además del plano número 1, se han formado otros dos que representan todos los accidentes de la topografía en la zona comprendida entre el curso del Guadalquivir y el trazado del señor Larramendi. El perímetro de la rectificación de este ha servido de base para determinar, por medio de intersecciones, la situación de los puntos que se encuentran a derecha e izquierda; la porción del Guadalquivir que hay entre Córdoba y Sevilla se ha deducido del plano levantado con motivo de su reconocimiento, y la unión de dichos trabajos, hechos separadamente, ha servido para comprobarlos, inspirando su perfecta coincidencia la

mayor confianza en sus resultados. Una parte del contorno de Sevilla se ha tomado del plano impreso y de otros particulares más o menos exactos que han servido para completar este trabajo, evitando operaciones largas y prolijas de escasa relación con el objeto principal; por consiguiente, los dos planos detallados que se presentan tienen en la parte esencial suficiente exactitud para poder medir la porción de terreno regable y la longitud de la traza propuesta.

Estos planos se han construido en la escala 1/160.000, la que también ha servido para horizontales de los perfiles, cuyas verticales se han tomado en la escala de 1/400, o sea cincuenta veces mayor que la de aquellos. El plano número 111 en la escala de 1/160.000 es propiamente un plano general que presenta a un golpe de vista la totalidad del trazado, sirviendo además de cuadro de reunión para los otros dos detallados de que acabamos de hacer mención.

Los planos de referencia pueden consultarse en la Dirección general de Obras públicas.

Derivación

El punto elegido anteriormente para este objeto se halla entre la barca de Alcolea y Gua-

dajoz, como se demuestra en el plano número III por la letra A. Esta elección es la primera que debía examinarse, pues alterado el régimen del río en aquella parte por la construcción de la presa del molino de Alcolea, que no existía en 1820, se encuentra un aterramiento que dificulta el buen éxito del punto elegido; y si, subsistiendo el mismo trazado se quisiese hacer la toma de aguas hacia este paraje, habría que subir hasta B., aumentando en su principio el desmonte, porque el terreno es más elevado.

Pero veamos si actualmente hay una necesidad imprescindible de establecer la derivación en estos puntos, haciendo las inflexiones que se observan en la traza para buscar las inmediaciones de Tocina, sin atravesar la madre abandonada o río viejo, donde se encuentra el límite de los términos jurisdiccionales de dicho pueblo y Villanueva.

Según las declaraciones de los prácticos, conformes en un todo con la observación del terreno, la cañada del Hornillo tenía grande importancia, antes de construirse la presa de Alcolea; las aguas de las avenidas entraban en la cañada en gran cantidad, continuando por la madre del río viejo, donde conservan mucha altura, y acaso por esta circunstancia se habrá considerado peligroso atravesarlo. En el transcurso de veinticinco años ha variado notablemente esta localidad: después de la construc-

ción de la presa ha salvado el río el gran torno de Alcolea, rompiendo directamente con un brazo denominado el Zairón que casi toca a dicho pueblo; por él tienen desagüe más directo las avenidas y de aquí se ha originado que sólo en casos raros entren ahora por la cañada; no por eso deja el río viejo de recibir aguas en todas las avenidas, pero son de retroceso, pudiéndose considerar como muertas. En comprobación de esto, basta decir que la cañada ha venido a ser toda de labor, lo mismo que el lecho y márgenes del río viejo, de modo que no se forma corriente de aguas perjudicial al cultivo, antes por el contrario, si algunas veces se cubren por las turbias sirven estas de un excelente abono que va levantando sucesivamente el terreno; y así es que, tanto la cañada como el río viejo, se conocen por ondulaciones más o menos profundas, sin que apenas se conserven vestigios de las antiguas márgenes.

Atendidas todas estas circunstancias y considerando que en lo sucesivo no podían ofrecer inconveniente respecto a la existencia del canal, que el nuevo trazado podía acortarse hasta Tocina con mucha economía en el desmonte, me decidí a elegir como punto de partida y de derivación el extremo izquierdo de la presa, después de nivelar su cresta respecto a la cara de aguas de la derivación posible cerca del Guadajoz, habiendo encontrado aquella más baja

en la cantidad de 4,69 piés. Este desnivel fué debido en gran parte a las aguas que el río había tomado en Noviembre,contribuyendo a aumentarlo las que rebosaban por encima de la cresta, pues en las aguas bajas apenas debía existir o ser de muy corto número de pulgadas en esta parte del remanso formado por la presa.

Orden de las operaciones

Enseguida me ocupé del modo de ligar las medidas y nivelaciones que pudiesen servir para la rectificación del trazado del señor Larramendi, o para introducir en él las variaciones convenientes; al efecto resolví hacer unas y otras sobre una línea que se separase poco de dicho trazado, a no ser que alguna alteración ventajosa o las circunstancias locales obligasen a ello momentáneamente, para volver después a seguirlo en el curso de las operaciones

El ingeniero don Carlos Cortes se encargó de la medida tomando al propio tiempo los arrumbamientos y fijando los puntos necesarios para levantar el plano de la faja de terreno comprendido entre el río y el trazado de los pro ectos; la nivelación progresaba con la medida, a fin de poder determinar en cada caso lo más conveniente, según lo exigían las diversas localidades.

Línea o perímetro de las operaciones

Se principió en el punto A con una alineación recta que en las inmediaciones de Tocina se reuniese al antiguo trazado, continuando enseguida con otras poco distantes de aquél hasta llegar al punto en que pareció conveniente pasar al arroyo Garcipérez. Desde aquí se procedió de la misma manera hasta llegar a las inmediaciones de Brenes, donde fué preciso atravesar un espeso olivar, acercándose al río para encontrar el arroyo de dicho pueblo, con el fin de ganar después el terreno algo elevado en que se encuentra la dehesa de Casaluenga. Aquí presenta el proyecto del señor de Larramendi una variación, la cual consideraba tal vez más conveniente, como se indica en el siguiente párrafo de su memoria. Tómanse las aguas entre Guadajocillo (Guadajoz) y Alcolea, en un gran tablazo o remanso que allí hacen, y se abre el canal con un poco de inclinación a la derecha a buscar la línea del menor desmonte, y después de dos inflexiones antes de Tocina, pasa entre esta villa y el río. Algo más adelante se desvía un poco de la derecha a buscar como antes la línea de menor desmonte, y continúa casi recto hasta Brenes. Pasa por debajo de esta villa, y después de cruzar inmediatamente un arroyo, sigue hacia

Casaluenga y va algo apartado de este cortijo y de los Solares hasta enfrente de San Jerónimo, bien que para seguir la línea del menor desmonte, será tal vez más conveniente aproximar más el canal a estos dos cortijos.

Hecho el examen del trazado y la variación, me pareció preferible esta, pero considerando que, sin embargo, seguía en desmonte, me decidí a entrar en la vega baja por la punta del cerrado de Vázquez, sin separar las operaciones del terreno elevado; así se continuó por las cercanías del caserío de Casaluenga, y de la hacienda de los Solares hasta venir a pasar el punto contiguo al camino de Sevilla en la confrontación del cortijo de Venegas, por donde pasa el anterior trazado

Al llegar a este punto, si las operaciones habían de dirigirse con acierto, era indispensable designar el paraje más conveniente para la desembocadura o entrada del canal en el río; pero antes de resolver esta cuestión, veamos lo que sobre ella se manifiesta en la memoria citada. Desde este punto (los Solares) hasta Sevilla, para trazarlo definitivamente es necesario levantar un plano topográfico muy detallado de inmediaciones de esta ciudad, a fin de que se pueda hacer con el debido conocimiento para la mejor distribución de las aguas el punto más conveniente de su término y alineación más ventajosa al adorno y comodidades que se requieren en los alrededores de

una ciudad como Sevilla. Estas circunstancias decidirán también, si el desnivel de veinte a veinticinco piés que resulta desde la superficie de las aguas en Alcolea hasta la superficie de la tierra en el último término del canal cerca de esta ciudad, se ha de ganar con dos o tres esclusas, y de sus ventajosas localidades. De donde resulta que la fijación del punto de entrada en el río se aplaza para cuando se tenga un plano topográfico de los alrededores de Sevilla y que el trazado propuesto desde los Solares en adelante es provisional.

En un suplemento al informe general del proyecto de canal entre Córdoba y Sevilla, suscrito por el autor de dicha memoria en 1827, se da idea de la bajada al río, tratando de la derivación de Lora en esta forma: Un puerto en Lora a cubierto de las inmediaciones del río en sus avenidas con su correspondiente esclusa Otro puerto en Sevilla en el Prado de Santa Justa o en el de San Sebastián. Convendría que éste se dividiese en dos, uno junto a la Cruz del Campo, y otro más bajo en el prado de Santa Justa. Entre estos dos puertos y entre el inferior y el río. deberían construirse unas seis esclusas de grandes dimensiones para que los barcos del río pudieran subir y bajar por ellas y llegar a Lora. De aquí se infiere que la entrada en el río debía hacerse por el paseo de la Bellaflor, rodeando los muros de la ciudad.

Esta idea presenta inconvenientes, sobre los cuales es indispensable fijar la atención; 1.º el terreno expropiado para establecer el canal sería muy costoso; se encuentra además cruzado de caminos y cubierto en su mayor parte de posesiones de mucho valor; y 2.º, que ia aproximación del canal a la ciudad pasando por los prados de Santa Justa y San Sebastián, que forman bajos poco ventilados, iba a producir quejas más o menos fundadas respecto a la salubridad de los barrios de la Calzada, San Roque y San Bernardo, sobre cuya circunstancia, sumamente delicada, es indispensable alejar hasta la menor sospecha. En vista de todo, me pareció que lo más acertado sería unir el canal con el río entre San Jerónimo y la puerta de la Barqueta, pues se lleva entonces por un paraje separado de la ciudad, donde la expropiación es menos costosa y el desarrollo del trazado se acorta en cerca de media legua. Todavía hay otra razón en favor de esta idea: entrando el canal en el río, antes del puerto, y presentando aquél una navegación expedita, como se verá después, las disposiciones de policía de este se observarán mejor, evitando muchas precauciones de vigilancia que serían indispensables si desembocase más abajo.

Resuelto de este modo la entrada en el río, se procedió a continuar la medida y nivelación siguiendo dos perímetros.

Trazado de la acequia

Convencido de la importancia de poner en regadío las inmediaciodes de la ciudad, adopté la idea del señor de Larramendi, que se expresa a continuación: Mas la acequia que debe seguir adelante (de la Cruz del Campo) para el riego de Tablada y otros terrenos, partirá por la izquierda, conservando las aguas la altura que tengan antes de la caída de ninguna esclusa.

Así continué por la izquierda desde la confrontación de la ermita de San Onofre con otra medida y nivelación que rodease la ciudad a bastante distancia, tocando en la Cruz del Campo y atravesando los Llanos de Tablada, hasta llegar a la margen izquierda del río entre Gelves y San Juan de Aznalfarache, lo que ha demostrado la posibilidad de una grande acequia sin los inconvenientes del canal en las inmediaciones de Sevilla; la extensión de los terrenos ocupados se reduce a menos de la mitad; la traza va muy separada de la población, lo que reunido a la corta cantidad de agua que corre por ella, siempre en continuo movimiento, aleja hasta la menor sospecha de que la existencia de esta obra pueda influir en lo

más mínimo en el estado sanitario de aquellos habitantes.

Conformidad de datos

Entre los datos generales que se han adquirido por este reconocimiento y los obtenidos anteriormente, hay bastante conformidad. El señor de Larramendi encontró el término del proyecto de su canal unos veinte a veinticinco pies más bajo que el nivel de las aguas del río de Alcolea; ahora se ha hallado por la nivelación que dicho nivel está 34,68 o sea treinta y cinco pies más alto que el borde superior de la margen izquierda entre San Jerónimo y la puerta de la Barqueta; de manera que la diferencia de diez o quince pies será próximamente el desnivel entre este borde y la terminación de dicho trazado.

Perfil de la línea de operaciones

Se ha construído en perfil con sus correspondientes acotaciones, que está trazado en los planos detallados de que se ha hecho mención, el cual manifiesta a la vez la forma del terreno

y el registro de la nivelación, no habiéndose presentado una serie de secciones transversales, por que la superficie de aquel en este sentido es casi horizontal; de consiguiente, la traza del nuevo proyecto no ha ofrecido la menor dificultad, y se encuentra formada por lo general de alineaciones rectas como vamos a manifestar.

Empieza por una alineación que llega a las inmediaciones de Tocina, se varía de dirección para atravesar los olivares por los puntos más convenientes, hasta buscar con otra alineación recta el paso del arroyo de Garcipérez; enseguida se cortan tres suertes de olivares para encontrar las inmediaciones de Brenes, donde se atraviesa otro bastante espeso hasta llegar al paso de este pueblo con dos alineaciones; continúa por otro olivar de pequeña extensión hasta salir a la llanura que forma la dehesa de Casaluenga, rodeando el caserío del cortijo del mismo nombre; poco después atraviesa la hacienda de los Solares con una alineación recta de grande extensión a buscar a San Jerónimo; y de allí se introduce en el río por el punto C. También pudiera haberse continuado la última alineación hasta los muros de la ciudad y terminar en el punto D.

Las alineaciones y la extensión de cada uno se encuentra en el orden siguiente:

NUMERACION	LONGITUD		
1.°	12.900	pies de	Castilla
2.°	7.750	»	»
3.°	15.080	»	»
4.°	23.850	»	»
5.°	10.660	»	»
6.°	1.900	»	»
7.°	7.500	»	»
7.° 2.°	14.400	»	»
8.°	5.750	»	»
9.°	30.900	»	»
10.°	1.500	»	»
Total pies	132.190	»	»

De donde resulta para el nuevo proyecto de canal una longitud de 660 leguas.

Las partes de esta traza más próximas al río son cuatro: 1.° después de Tocina, dista mil trescientos pies; 2.° de la confluencia del arroyo Garcipérez, mil doscientos; 3.° de la del arroyo de Brenes, mil doscientos cincuenta, y 4.° en la dehesa de Casaluenga, antes del cerrado de Vázquez, mil cuatrocientos. Consideradas estas distancias, podrían inspirar algún recelo sobre la existencia del canal respecto de las variaciones del río en las avenidas; pero si se atiende a la naturaleza del terreno, en lo general poco susceptible de infiltraciones, a

que en algunos de estos parajes la margen está apoyada sobre conglomerados de mucha consistencia, ya que en los demás sea fácil consolidarlos por obras y plantaciones, se verá que aquel inconveniente, en apariencia, no puede ser un motivo fundado para dudar de la permanencia de la obra. Y no sólo en los puntas señalados, sino en todos aquellos en que por la convexidad de los tornos, o porque el terreno fuese atacable por la corriente, sería poco costoso asegurar la invariabilidad de la margen izquierda, con la observancia de las reglas de una buena policía dirigida a precaver los daños, o aplicar tan pronto como apareciesen el oportuno remedio.

Aunque no ha habido tiempo para hacer una nivelación sobre la traza del perfil longitudinal, los datos que presenta se han deducido de los encontrados en la línea de operaciones, con la cual se confunden muchos puntos; y de consiguiente tiene bastante exactitud para averiguar el coste de la obra.

Pendiente del canal

Veamos ahora si ha podido darse al trazado una dirección más alta; y de paso debemos manifestar que en el curso de la nivelación, siempre se tuvo en cuenta el nivel de las aguas de la finca, la superficie del terreno y la casa

de aguas del canal con una pendiente dada. Se eligió para el primer tanteo la de $\frac{1}{5,000}$ como término medio de las que se conceptúan más convenientes para los canales de riego y navegación; y aunque el canal en su extremo se haga horizontal o con mu corta pendiente, se observa que dicha línea va generalmente inferior a la superficie del terreno, o, lo que es lo mismo, en desmonte. Nada se conseguiría con variar la dirección aproximándola al río, por que el terreno transversalmente es casi horizontal; de modo que en este supuesto es ilusorio el riego entre el río y el canal.

Disminuída la pendiente a $\frac{1}{6,666}$ que Nadault de Buffau presenta como un mínimo después de examinar los canales de riego y navegación de Francia e Italia, se ha señalado su correspondiente casa de aguas, con la cual se consigue regar desde que el canal entra en la vega baja y aún alguna pequeña parte del término de Brenes. No hay ventaja en subir el trazado desde los Solares adelante, pues si bien algún punto se encuentra casi de nivel con las inmediaciones del cortijo de Vanegas, poco más adelante, pasado el puerto de Palomares, se halla el terreno diez pies más alto; y para encontrar la casa de aguas sería preciso un desmonte de más de seis pies; resultando que

por más que se disminuyese la pendiente, no podrían regarse los terrenos contiguos; así, pues, no hay ventaja alguna en alterar la pendiente de $\frac{1}{6,666}$ con el fin de levantar el trazado, cuando por otra parte la alta temperatura de aquel país obliga a conservar en las aguas suficiente movimiento, para que no se alteren con perjuicio de la salubridad y de los demás usos a que se destinan.

El señor Larramendi da en su proyecto una velocidad media de quince pulgadas por 1", que corresponde próximamente a $\frac{1}{20,000}$ de pendiente, igual a la que se ha dado al canal lateral del Garona, pero esta velocidad es pequeña, y daría lugar a una sección casi dupla de la que exigiría la de $\frac{1}{6,666}$ si se quisiera tener con ambas pendientes la misma cantidad de agua. Es indudable que el trazado alto es posible con la primera de dichas pendientes, si bien tendría el defecto de dar un gran rodeo para entrar en el río por el punto leegido, sin conseguir más aumento de riego que un corto número de aranzadas. Este punto reúne también la ventaja de que las aguas sobrantes del canal, la de los artefactos y la del gasto de la navegación, entren en el río antes del puerto; y, por último, el nuevo trazado pre-

senta en las inmediaciones de la ciudad una alineación recta de 1,50 leguas de un hermoso aspecto y muy útil para la navegación. Por todas estas razones se ha fijado la pendiente en $\frac{1}{6{,}666}$ o sea de $\frac{3}{20{,}000}$ bajo el supuesto de no levantar la cresta de la presa del molino de Alcolea.

Canal de riego y alineaciones

Pasemos a determinar el trazado y pendiente de la acequia o canal de riego que ha de rodear a Sevilla. Desde el punto E., poco antes de la Ermita de San Onofre, se ha partido con otra nivelación para conocer la posibilidad de dicha acequia, la cual ha servido para determinar la línea del trazado E. G. M. que vamos a describir.

Empieza en el punto E., elegido para su derivación, con una tirada que pasa por medio de los cortijos del Higuerón y el Higueroncillo; entre las haciendas de Miraflores y San Jacinto atroviesa un olivar y después corta el Tagarete para venir a rodear la huerta del Burón; aquí encuentra la pequeña loma en que está situada la fábrica de Santa Teresa y la Cruz del Campo; sigue con cuatro alineaciones rectas, parte en desmonte y parte a media ladera que atraviesan la carretera nacional de Ma-

drid y el acueducto llamado los Caños de Carmona, verificando el paso de este por debajo de uno de sus arcos hasta venir a cruzar el camino viejo de Alcalá de Guadaira y el que va a los Teatinos, donde se halla establecida la fábrica de fusiles; continúa entre la casa de la Cera y el almacén de pólvora hasta llegar cerca del camino de Utrera, para dirigirse con una alineación recta por medio de los llanos de Tablada, a fin de extender los riegos a derecha e izquierda, terminando en la margen del Guadalquivir.

A estas alineaciones corresponden las longitudes siguientes:

Entre Córdoba y Sevilla

1.°	13 530	piés de Castilla.
2.°	1.420	»
3.°	5.720	»
4.°	1.950	»
5.°	2 400	»
6.°	3 400	»
7.°	12.800	»
Total piés	41.220	

que equivalen a 2'60 leguas

Para determinar estas alineaciones se ha tenido especial cuidado en separarlas de las haciendas y huertas cercadas que hubieran hecho muy costosa la expropiación, estropeando propiedades de mucho valor; si se exceptúa un olivar que atraviesa la primera y una vasta ex-

tensión de huerta que se ocupa después de los Caños de Carmona, en todo lo demás son tierras de labor eriales que en aquel paraje tienen el mínimo valor.

Igual cuidado se ha tenido respecto a la traza del canal, no entrando en más olivares que en los que ha sido indispensable cortar con sus alineacione .

Riego sobre la izquierda del Guadaira

En el caso de que se tuviesen aguas sobrantes, podría pasarse a los terrenos de la izquierda del Guadaira con una acequia, como lo indica la línea G. N. haciendo una partición en el punto G. considerado como el más conveniente; esta acequia sería propiamente continuación de la principal, en cuyo caso la parte G. M. del trazado debería considerarse como el brazal de Tablada. Es indudable que esta continuación extendería el riego a terrenos muy importantes, pero sería complicar mucho el proyecto si se hubiere introducido esta adición; con el tiempo no podrá menos de realizarse, tan luego como se encuentren las aguas en las inmediaciones de Sevilla y se generalicen las ventajas del regadío.

Pendiente de la acequia

Según la nivelación practicada, puede darse a esta acequia la pendiente de 1/5.000; lo que, unido a las diferencias de altura ocasionadas por el gasto de los brazales, producirá en las aguas velocidades mayores que las que tendrían por aquel concepto, consiguiéndose con esto los fines anteriormente indicados.

Sección, velocidad y volumen de agua del canal.

Después de adoptar la traza de la línea navegable y la pendiente más adecuada a las circunstancias del terreno y al doble objeto de riego y navegación que debe reunir el canal, lo más importante es determinar la sección o perfil transversal que forma su vaso. Verificados diferentes tanteos, me ha parecido que con cuarenta pies de latitud en la casa de aguas, ocho de profundidad y 1'25 o 1'50 de base por uno de altura en los escapes, resulta una sección próximamente igual a la del canal de Castilla, suficiente para cubrir todas las atenciones. El área de esta sección en el supuesto más desfavorable de dar a los escapes 1'50 de base: es de doscientos veinticuatro pies cuadrados

que, multiplicados por 31 17 pulgadas. velocidad media en 1' encontrada por la fórmula del movimiento uniforme para la pendiente 1/6.666 (1) daría el volumen de agua correspondiente al mismo tiempo. Para hacer los cálculos más fáciles, se reduce la velocidad a 2'50 pies, lo que dará quinientos sesenta pies cúbicos en 1,' (2.)

---

(1) A esta velocidad media. corresponde en el fondo la de 22'37 pulgadas. la cual no producirá degradaciones en la solera y escapes. por ser el terreno arcilloso. compacto, de una resistencia superior a la acción de la expresada velocidad.

(2) En el reconocimiento del Guadalquivir no pudieron aplicarse los medios reconocidos entre los ingenieros como más exactos para averiguar su caudal de aguas; se hicieron, sin embargo. aforos aproximados. que dan hacia las inmediaciones de Lora mil ochocientos pies cúbicos por 1'' en aguas bajas, de los cuales, deducidos los quinientos sesenta necesarios para la alimentación del canal, quedan mil doscientos cuarenta. cantidad muy suficiente para satisfacer los usos actuales de las aguas en los meses de mayor sequía, pues en el resto del año corren en grande abundancia. Respecto a la navegación de los pueblos de la ribera, diremos: que la más constante es la de Alcalá. porque se aprovecha del influjo de las mareas para pasar el vado de Doña Luisa y los bajos de Magaña y del copete de San Gerónimo durante el estío. en cuya estación cesa la de Cantillana y Villanueva que requiere las aguas medias del año; como es fácil de conocer. en ambos casos no se origina perjuicio en la navegación del río con la desmembración de aguas para el canal.

Volumen destinado a cubrir el servicio

Podrá suponerse que la pérdida de agua por filtraciones, evaporación y ajustamiento de puertas y compuertas sea de sesenta pies cúbicos por un segundo, cantidad algo menor que la que generalmente se asigna para este objeto; pero debe atenderse que, aunque en un principio sea en efecto mayor, poco tiempo después será casi nula la correspondiente a las filtraciones, pues no las habrá o serán insignificantes por ser el terreno de aluvión arcilloso compacto con mezcla de arena fina, y a poco de estar el agua en contacto con la solera y escarpes se saturarán, quedando cubiertas de una capa limosa muy impermeable, tanto más, cuanto que la caja del canal se abre en desmonte en más de dos tercios de su longitud. Si a pesar de estas fundadas razones no se cubriese dicho gasto por causas imprevistas, más adelante veremos que puede echarse mano de un sobrante de aguas sin perjudicar el servicio del canal. Quedan, pues, para las atenciones del mismo quinientos pies cúbicos por un segundo, que durante un día darán cuarenta y tres millones doscientos mil.

Distribución de aguas

Veamos ahora cómo puede distribuirse esta cantidad empezando por la navegación.

Navegación

Podrá suponerse que en un principio el gasto de la navegación durante un día será el ocasionado por veinte barcos de subida y veinte de bajada; y a la verdad, en bastante tiempo no llegará a tener el arrastre semejante movimiento, pero en estos cálculos es siempre ventajoso exagerar el gasto, porque en tales obras toda la probabilidad está por el aumento del tráfico. Los barcos de subida consumen cada uno cinco esclusadas, y los de bajada sólo necesitan una para entrar en el río; de manera que, con ciento veinte esclusadas diarias, se conseguirá esta navegación, aún en el supuesto más desfavorable. Una esclusada podrá regularse en diez y ocho mil pies cúbicos: de consiguiente, con dos millones ciento sesenta mil por día, quedará cubierto este servicio.

Regadío

Considerando sólo la parte que hay desde el cerrado de Vázquez, en que el canal cesa de estar en desmonte, se encuentran siete mil ochenta y una aranzadas del marco real o general de cuatrocientos estadales de diez y seis varas cuadradas cada uno. Los terrenos comprendidos por la acequia, los muros de la ciu-

dad y el río, con inclusión de los de la izquierda en los llanos de Tablada, por suponerse que aquella riega allí por ambos lados, contienen tres mil trescientas sesenta de dichas aranzadas, formando con las anteriores un total de diez mil cuatrocientos cuarenta y uno, que es a cuanto puede extenderse el regadío con el trazado propuesto. Reduciremos este total a diez mil, número que difícilmente llegará a completarse, pues aunque el terreno es bastante llano, no deja de haber algunas partes elevadas que para disfrutar del riego necesitan modificaciones costosas.

Varios son los pareceres que hay sobre la altura del agua de los riegos: después de un detenido examen, he adoptado la de cuatro pulgadas como la más conveniente, atendido el clima y la naturaleza del terreno: el señor Larramendi la fijó para este caso en tres pulgadas.

Con dicho dato, una aranzada consume en cada región diez y nueve mil doscientos pies cúbicos, y tomando como término medio el de tres vegones al mes, porque, según la clase del cultivo de las diversas suertes, unas necesitarán más y otras menos, deberán regarse diariamente mil aranzadas, que consumen en igual tiempo diez y nueve millones doscientos mil pies cúbicos de agua.

Fuerza motriz

Para realizar la fuerza motriz, tomaremos doscientos pies cúbicos en un segundo, y adoptando por unidad el caballo de vapor o dinámico español de seis quintales levantados a un pie de altura en un segundo (1), se tendrá que, siendo el peso del pie cúbico de agua cuarenta y siete libras a la temperatura media, el de las doscientas pesará noventa y cuatro quintales,

(1) No estando los ingenieros de todos los países conformes en la fijación de esta unidad dinámica, pues los ingleses conservan el que sirvió a Wartti para valuar la fuerza de las máquinas de vapor, que es de quinientos sesenta libras avoir de poids levantadas a la altura de un pie inglés en un segundo, y los franceses tienen el de setenta y cinco kilogramos levantados a un metro por un segundo, hemos tomado para la valuación de la fuerza motriz, el caballo de vapor generalmente adoptado por los ingenieros españoles. Hecha la reducción de los pesos y medidas inglesas y francesas o las españolas, se encuentra que la relación de nuestro caballo al inglés. es de 1.13 y al francés 1,025 o, lo que es lo mismo, que el caballo español es próximamente 1,77 mayor que el inglés y 1.40 mayor que el franeés, de suerte que setenta y siete caballos españoles equivaldrán a setenta y ocho ingleses y cuarenta de los primeros o cuarenta y un franceses. El conocimiento de estas relaciones, presentadas al alcance de todo el mundo, es del mayor interés para las aplicaciones de la mecánica industrial,

que multiplicados por cuarenta pies de altura a que se reducen los 47,50 pies de diferencia de nivel entre la casa de aguas del vaso superior y la del río en aguas bajas (por no ser posible incluir todo el salto de la esclusa baja, a causa de la dificultad de inutilizarlo una buena parte del año, por efecto de las mareas y de las aguas de invierno) resultará la cantidad de tres mil setecientos sesenta, que da 626,60 para el número de los caballos dinámicos, aplicable a fábricas y artefactos en los extremos del canal y acequia contiguos a Sevilla (1). Por este concepto se consumirán en cada día diez y siete millones doscientos ochenta mil pies cúbicos.

---

(1) Una de las aplicaciones más importantes que se ha hecho de esta fuerza motriz en el canal de Castilla, es a las fábricas de harina, sobre las cuales ha parecido conveniente dar a conocer algunos datos. Para molienda de trigos blandos se necesitan cuatro caballos de vapor por piedra que muela de dos a dos y media fanegas por hora, y para la de trigos duros álagas la misma fuerza moliendo en igual tiempo de una a una y un cuarto fanegas; el producto de cuatro piedras, emplea para su limpia y cernido, dos caballos de vapor en el primer caso y uno en el segundo. Una fábrica de harinas de ocho piedras puede moler en veinticuatro horas de doscientas ochenta y ocho a trescientas sesenta fanegas, con una fuerza de treinta y cinco caballos de vapor incluyendo su limpia y cernido, en el supuesto de que cuatro piedras muelan trigos blandos y las otras cuatro duros. (Extracto de una noticia dada por el ingeniero don Francisco Echanobe y Echanobe.)

Total de los gastos y aplicación del sobrante

El resumen de los gastos enunciados es el siguiente:

Agua producida por el canal en veinticuatro horas.		43 200 000
Gastos en igual tiempo	Pies cúbicos	
Navegación. . .	2.160.000	
Riego..	19 200.000	
Fuerza motriz .	17 280 000	
	38.640.000	38.640.000
	Diferencia	4.560.000

De donde resulta un sobrante de más de 4,50 millones de pies cúbicos diarios, que en adelante pueden aplicarse a extender y aumentar los riegos, o para el caso de una navegación más activa; y, por último, a reparar las pérdidas, si contra toda probabilidad no fuese suficiente la cantidad asignada a este objeto.

Volumen de agua de la acequia

En el cálculo precedente se han incluído las tres mil aranzadas cuyo riego pertenece a

la acequia, y, suponiendo que también corra por ella el agua correspondiente al tercio de los caballos dinámicos, se tendrá:

Por el riego de las 3.000 aranzadas en cada día, o sean las 0,30 de la cantidad de agua total destinada a dicho objeto.	5.760.000
Por la tercera parte de la correspondiente a los caballos dinámicos.	5.760 000
Total por día	11.520.000

Lo que equivale a 133 30 pies cúbicos en cada 1".

Sección y velocidad media de la acequia

Hemos consignado anteriormente a esta acequia la pendiente de 5,000 con cuyo dato, después de diversos tanteos, se viene a encontrar para la sección fluída las dimensiones siguientes: 20 pies a flor de agua, 5 de profundidad, con 1,25 de base por 1 de altura en los escarpes, lo que da 68 75 pies cuadrados para el área del trapecio que forman estas líneas y puede representarse por 69. Con esta Sección y la pendiente enunciada, se encuentra una velocidad media por 1", de 27,40 pulgadas, y en igual tiempo pasa por la acequia un volu-

men de 157,30 pies cúbicos, el cual excede en 24 a la cantidad de agua necesaria para cubrir sus atenciones y que se aplicarán a reparar las pérdidas.

Cálculo del movimiento de tierras

La mayor parte de la línea del canal se abre en desmonte, como queda dicho, y para poder determinar con alguna aproximación el volumen de tierras que hay que remover, sin necesidad de hacer cálculos prolijos, para los cuales sería indispensable mayor número de datos, observaremos que, contando las profundidades desde la superficie del terreno al fondo o solera del canal, se encuentran en su principio treinta y cuatro pies, en las inmediaciones de Tocina veintiuno, y enseguida disminuye hasta trece en su encuentro con el arroyo de Garcipérez. Después se observa la profundidad de veintidós, que vuelve a disminuir hasta cinco en el arroyo de Breues. Pasando éste, se levanta el terreno en la dehesa de Casaluenga, donde resultan veinticinco y treinta pies; y, por último, en el resto del trazado, hasta su terminación en el río, sólo habrá que escavar una parte de la caja, tomando las tierras que falten para completarla, de los contra-canales y puntos contiguos más elevados, así como para formar los diques en que se han de establecer los caminos de sirga.

Con presencia de la sección del canal, y atendiendo a que se han de dejar a flor de agua bermas de tres pies, a que los caminos de sirga deben elevarse sobre aquellas de tres a seis, según lo exijan las circunstancias, y a que la anchura de los mismos puede ser de ocho a quince, se han determinado las latitudes y profundidades medias expresadas en el siguiente estado para los sólido de desmonte, con expresión de sus longitudes, volúmenes y precios.

Por medio de una nota se incluye al pie del estado el movimiento de tierras de la acequia.

Obras de fábrica

La obra más importante del canal es la del bocal con esclusa de toma de aguas y salida del río. La situación del eje de esta con relación al hilo de la corriente, ha sido objeto de serias discusiones entre los ingenieros, y no hace mucho que la mayoría de éstos ha adoptado el ángulo de 45.º en el sentido de la velocidad, cuya disposición es la más ventajosa para la entrada y salida de los barcos, según tiene demostrado la experiencia en las que se han constituído bajo dicha inclinación. Estas esclusas no tienen muro de caída, y en algún caso se ha dado al eje una disposición curvi-

línea, por exigirlo así circunstancias particulares, y por lo mismo no debe tomarse como regla general, pues no tiene ventajas marcadas sobre la línea recta. Las aguas para alimentar el canal pasan por acueductos, construídos en los muros rodeando las quicialeras, de modo que las puertas pueden abrirse y cerrarse a voluntad.

Siendo considerable la altura que toman las aguas en las avenidas, para poner a cubierto el canal resultarían unas puertas cu a maniobra sería muy embarazosa si habían de satisfacer tan importante requisito: con el fin de obviar este inconveniente, se divide la altura en dos partes, colocando en cada una un par de puertas, como se ha verificado en la esclusa de toma de aguas de Beaucaire; por el uso que se hace de ellas, toman las inferiores el nombre de puertas de navegación y las superiores de inundación. Las segundas puertas de la esclusa se situarán al extremo de la cámara, cuya longitud se supone de ciento diez a ciento veinte pies; la altura será igual a la que tengan las de navegación, pues su objeto no es otro que facilitar la salida de los barcos al río, cuando el nivel de éste sea superior al del canal; y no pudiendo tener lugar el caso contrario, no hay necesidad de dobles barcos ni de dobles puertas.

En esta esclusa se construirá un puente de paso para el servicio del bocal y para la comunicación que se hace por la margen del río.

La situación de esta esclusa de toma de aguas puede separarse del río para facilitar su construcción: se unirá a la margen por medio de un canal revestido, cuyos extremos redondeados formará propiamente el bocel. Este canal tendrá de latitud diez y ocho a veinte piés, la misma que debe darse a la esclusa, y su longitud podrá tener hasta el triple de la expresada dimensión. Es probable que durante las avenidas, cuando los acueductos de toma se cierren, las turbias sedimentarán en él; pero la limpia es fácil practicando ranuras en los costados para formar represas de viguetas en el canal y en la cámara de la esclusa, con el fin de hacer descargas de agua por corrientes de fondo que arrastren el légamo depuesto en las avenidas, por cuyo medio el canal y la esclusa volverán a quedar en buen estado de servicio para la navegación y la toma de aguas.

Esclusas

En toda la extensión del canal no hay esclusa alguna hasta llegar a su terminación entre San Jerónimo y la puerta de la Barqueta.

La casa de aguas se encuentra 47·56 pies más alta que el nivel medio de las mareas en aguas bajas; este nivel pudiera adoptarse para establecer el hueco inferior de la esclusa más baja, aunque detendría la navegación algunas

horas de las mareas en ciertas épocas del año; para evitar este inconveniente se ha preferido situar el busco y el solado ocho pies inferiores al expresado nivel, con lo cual se tendrá casi constantemente el agua necesaria para el calado de los barcos; y como el canal tiene también ocho pies de profundidad, resultará entre su solera y el solado de la esclusa baja la misma diferencia de altura que se ha encontrado anteriormente para las líneas de agua del canal y el río. Dividiendo este desnivel por el número de las esclusas, se tendrá la altura del muro de caída, y, suponiendo cinco, porque así conviene a la localidad, se hallará para cada una 9'71 pies, que es de las más apropiadas para esta clase de obras.

Esclusa de bajada

Nada sería más económico que construir enfiladas las cinco esclusas formando una cascada para bajar al río, pero ofrecerían muchas dificultades para el mejor aprovechamiento de la fuerza motriz y un terraplén al extremo del canal; por estas causas me he decidido a colocar dos enfiladas en la confrontación de San Jerónimo, donde de todas maneras habría que construir un puente de paso, y las tres restantantes, también enfiladas en la inmediación de la margen del río. El eje común de estas for-

mará con el hilo de la corriente, en el punto de entrada, un ángulo de 45°, en los mismos términos que para la esclusa de toma de aguas, mediando entre unas y otras un vaso horizontal de dos mil seiscientos pies de longitud, al cual deberán darse sobre sesenta de latitud a flor de agua, con exclusión de las bermas y la profundidad adoptada de ocho pies, por cuyo medio se conseguirá la ventaja de que los barcos puedan estacionar en este vaso, si obligase a ello el estado del río o por otras causas, y también para facilitar el agua necesaria, sin empobrecerlo demasiado, en los casos en que la navegación ascedente fuese muy activa.

Entrada en el río

El punto C, elegido para la desembocadura del canal, reúne todas las condiciones requeridas para llenar su objeto: margen cóncava muy elevada de terreno resistente, con el thalweg próximo a ella y sondas de 32'50—28'50—25'00 26'00—28'00—14'50 pies, en baja marea del estío, de modo que en ningún tiempo pueden faltar hacia este paraje aguas abundantes para que las maniobras de entrada y salida de los barcos se hagan desembarazadamente, sin formarse bajos o bancos de arena o légamo que entorpezcan estas operaciones. El thalweg que media entre el punto de entrada y el puen-

te, o sea el puerto, tiene las sondas siguientes: 26'00—28'00—14'50—5'00—13'00 — 15'42— 9'33—8'17—7'42—6'00—9'83 — 9'00— 12'83 · 20'00—20'00 pies: sondas que referidas también a las mareas bajas de estío, demuestran claramente la posibilidad de una navegación expedita entre el canal y el puerto por el río, cuando el calado de los mayores barcos no excederá de 4 o todo lo más 4'50 pies.

Respecto a la construcción de las esclusas bajas, se tiene gran probabilidad de fundarlas sobre un banco de arcilla muy compacta, que forma la base de la margen izquierda, preservándola de los continuos desprendimientos y derramblos que se ocasionarían bajo tan considerable profundidad de agua, si el terreno fuese atacable por las impetuosas corrientes de las avenidas. Tal vez no necesiten estas esclusas de mucho cimiento para su completa estabilidad, y podrán construirse en seco, sin necesidad de ataguías ni agotamientos, puesto que no hay dificultad en retirarlas de la margen la longitud de un pequeño canal de desembocadura, enteramente análogo al que se ha escrito para el bocal. Si la ría navegable se quisiese terminar tocando los muros de Sevilla, entraría en el río por el punto D., muy próximo al muelle y puerta de la Barqueta. En este caso lo primero que habría que hacer sería cerrar el brazo izquierdo de la isla contigua, a fin de unirla con la margen izquierda: tan indispen-

sable modificación en el lecho del río impide separar de la margen las esclusas de salida, teniendo que establecerlas sobre un terreno flojo, con una fundación de pilotaje parecida a la que sirvió para construir el murallón de defensa de la puerta de la Barqueta. En la entrada del río, delante de las esclusas, resultarán aterramientos considerables en las avenidas, mucho mayores que los que en el día se forman, pues con la obstrucción del brazo izquierdo faltaría una corriente muy propia para disminuirlos. En tal estado, se cegaría el paso de los barcos sin que fuese bastante a destruir estos aterramientos la represa de aguas de la esclusa baja, ni las que a ellas pudieran agregarse de la parte superior; y si para asegurar el efecto de la limpia se formase un canal artificial en el lecho del río, además de ser obra costosa, no dejaría de presentar inconvenientes, si no se tenía el mayor cuidado en su conservación.

Por todas estas razones me parece preferible la entrada en el río por el punto C, que, a la economía de muy cerca de un tercio del coste de las obras de bajada y desembocadura, reúne la circunstancia de asegurar el servicio de la navegación, sin los inconvenientes acabados de manifestar, no pudiendo considerarse el de la distancia de cuatro mil novecientos pies, que media entre la desembocadura y la puerta de la Barqueta, de tal naturaleza que obligue a renunciar tan apreciables ventajas.

Dimensiones de las esclusas

La latitud de todas las esclusas será de diez y ocho pies y la longitud de las cámaras media entre compuertas de ciento diez a ciento veinte, dimensiones análogas a las que están aprobadas para el canal de Castilla. La clase de fábrica que parece la más conveniente para las esclusas, es la de ladrillo con cadenas y coronamientos de sillería, en atención a que esta es cara y escasa y el ladrillo puede tenerse de excelente calidad a precios muy arreglados.

Puertas de seguridad

Hemos dicho que desde la toma de aguas hasta San Jerónimo no tiene el canal esclusa alguna intermedia, y que forma un vaso de muy cerca de 6'50 leguas de longitud. Fácil es conocer los inconvenientes de semejante disposición si hubiese necesidad de ponerlo en seco por resultas de cualquiera avería en los barcos o en las obras; los retardos ocasionados en esta operación causarían graves trastornos en el servicio del canal, los cuales se evitarían en mucha parte si este gran tramo se dividiese en porciones que se desaguasen con separación.

El medio más sencillo adoptado con este objeto se reduce a formar un malecón o presa de viguetas horizontales sobr puestas, cuyas cabezas entran en ranura o gárgoles practicados en dos muros distantes entre si la latitud de las esclusas o, lo que es lo mismo, reduciendo la del canal para el paso de un solo barco; por lo común se aprovechan los muros de andenes de los puentes, pero este medio se emplea pocas veces por ser incómodo y cortar las aguas con imperfección, por la dificultad del ajustamiento de las viguetas; también se han ensayado con más éxito en algunos canales las agujas o vignetas verticales a imitación de lo que se practica para cerrar las puertas de las presas de río

La disposición más generalmente puesta en práctica es emplear dos buscas colocadas en sentido opuesto, con sus correspondientes pares de puertas, de las cuales se hace uso según la parte que quiera desaguarse, pues un solo par no podría servir indistintamente para el tramo superior o inferior. La facilidad y prontitud de maniobrar las puertas abonarían este medio si no fuese muy costoso. por cuya razón en el día se prefiere una puerta plana de eje horizontal, con su caja o cámara en el fondo. de tal modo que, al aplicarse a ella, no presenta el menor resalto en la solera; esta puerta puede servir de retenida por ambos lados indistintamente, teniendo los postiguillos dispuestos para las dos

presiones y haciéndose las maniobras de levantarla y abatirla con bastante comodidad. Respecto al coste, puede asegurarse que es cerca de la mitad del doble busco con los dos pares de puertas, aún sin tener en cuenta la ventaja de que, estando completamente sumergida, las maderas se conservarán mejor que las de las puertas con busco, cubiertas en parte por el agua; de modo que estas últimas apenas pueden durar veinte años, como término medio, por muy esmerada que sea su conservación.

Desagües de fondo

No basta colocar estas puertas, si en su inmediación, por la parte de arriba, no se construye un ladrón o un juego de compuerta, como desagüe de fondo, respecto a que el canal es de pendiente. En su extensión hay tres puntos que reúnen circunstancias ventajosas para situar los desagües, y son: los arroyos Garcipérez, de Brenes y Monaza, que servirán de canales de salida al agua de los tramos. En los dos primeros se colocarán puertas de eje horizontal, poco más abajo del desagüe de fondo, y en el tercero se aprovechará el puente de la inmediación de los Solares para aplicar otra: estas puertas suelen llamarse de precaución o seguridad. Así resulta dividido el gran vaso en cuatro tramos bien promediados: mas si se cre-

yese conveniente alguna subdivisión, en nada pueden perjudicar las ranuras practicadas en los muros de andenes de los puentes de comunicación.

Aliviadero

Además de estos desagües se construirá un aliviadero o regulador de superficie en el arroyo que corre poco antes de San Jerónimo, para que en ningún caso excedan las aguas del vaso de la altura que deben tener en la inmediación de las puertas altas de las primeras esclusas.

Acueductos.—Puentes

En los arroyos de Garcipérez, de Brenes y Monaza, que son de poca importancia, se construirán pequeños puentes-canales o acueductos para el paso del canal, dejando salida a las aguas llovedizas, sin perder de vista que las de avenida del Guadalquivir entran por retroceso en sus álveos: acaso sería preferible recoger aquellas por medio de puertos artificiales a imitación de los del canal de Aragón, con las oportunas modificaciones. y como estas aguas son claras, serían útiles para alimentar el canal mientras duran las turbias del río: de todos

modos, para resolver un punto tan importante con el debido acierto, es indispensable estudiarlo con más detenimiento antes de proceder a la ejecución de estas obras.

Alcantarillas

También se necesitan seis alcantarillas de pequeñas dimensiones para dar salida a las aguas de algunas quebradas y bajas y de los contracanales.

A los tres puentes de paso propuestos en las esclusas se añadirán seis más para conservar las comunicaciones existentes, y con el objeto de evitar perjuicios en la servidumbre de los términos jurisdiccionales divididos por el canal. El primero se colocará en la confrontación de Tocina, el segundo en el término de Cantillana, el tercero en Brenes, el cuarto en la dehesa de Casaluenga, el quinto en los caminos contiguos al caserío de este nombre y el sexto después de los Solares.

En la parte del canal correspondiente al terreno regable, se derivarán los brazales principales, y tanto estos como las baqueras con sus correspondientes almenaras, pertenecerán a las obras del canal.

Varias obras

Los brazales secundarios o hijuelas para llevar las aguas a las heredades separadas de aquellos, se pasarán por los terrenos intermedios a título de servidumbre temporal con la correspondiente indemnización; y, por último, las caceras para el riego de cada heredad serán de cuenta de los regantes; lo mismo se verificará respecto de los azarbes mayores y menores que den salida a las aguas sobrantes, siguiendo en todos los usos y costumbres puestos en práctica en las comarcas de regadío. Sin un estudio muy detenido de la topografía, es casi imposible fijar las boqueras de derivación de los brazales principales ni el trazado y sección de estos, pero podrá asignarse con este objeto una cantidad alzada, que difiera poco de la que realmente pueda emplearse. Bajo el mismo supuesto se destinará otra para las casas de excluseros y guardas inherentes al servicio del canal; de las primeras se necesitarán tres y por lo menos igual número de los segundos.

Zona de expropiación

En cuanto a la extensión de los terrenos ocupados, que deberán adquirirse con arreglo

a la ley de expropiación forzosa por causa de utilidad pública, de 17 de Julio de 1836, sería indispensable el levantamiento de un plano muy exacto en que se representasen las líneas de terminación del proyecto definitivo con todos sus detalles, los límites de los términos jurisdiccionales, las cercas o lindes de las diversas heredades o suertes de tierra, etc.; mas como este trabajo sería largo y costoso si hubiere de ejecutarse previamente, se acostumbra hacerlo al tiempo de la ejecución del proyecto, sin que por eso deje de incluirse en el presupuesto el coste aproximado de los expresados terrenos Para conseguirla bastará observar la regla de que el triplo de la latitud en la boca o parte superior de la excavación se considera por lo general suficiente; y aunque los resultados obtenidos por este medio den espacio para la colocación de caballeros o diques retirados seis pies de los bordes, cuando el canal forma trinchera, no sucede lo mismo siguiendo el trazado la línea de menor desmonte; sobre todo si tiene contra-canales habrá circunstancias en que no baste el triplo; para estos casos he alterado prudencialmente la regla indicada. Como sea imposible seguir las infinitas variaciones de los desmontes sin datos de detalle, se han adoptado latitudes medias para las divisiones de la faja de expropiación, con las que se han obtenido los resultados siguientes:

Dividiendo el total del área de la faja por

seis mil cuatrocientas varas cuadradas, que es la cabida de la aranzada del marco real, se encuentra para el terreno ocupado por el canal quinientas cuarenta y una aranzadas.

Para la acequia de riego pueden tomarse treinta varas de latitud media y una longitud de trece mil setecientas cuarenta, la que da por último resultado sesenta y cuatro aranzadas.

Importe de los terrenos expropiados

En la zona del canal casi todos los terrenos son de buena calidad, pero hay la diferencia de que el estado del cultivo de las tierras viejas es muy bueno, mientras que el de las roturadas en estos últimos años es bastante imperfecto, sobre todo si los labradores no cuentan con suficientes medios para sufragar los gastos necesarios a la limpia y preparación de las tierras novales. Casi ningún terreno queda de las pertenecientes al Estado bajo las denominaciones de baldíos, realengos, etc., pues todos han pasado a ser propiedad particular, habiéndose adquirido algunos a precios bajos; estas circunstancias unidas a las que se han manifestado al tratar de las alineaciones, nos han determinado a fijar el valor medio de la aranzada del marco real en mil reales; y siendo las ocupadas quinientas cuarenta y una, ascienden a quinientos cuarenta y un mil reales vellón.

Las tierras inmediatas a Sevilla, en igualdad de clase valen más y son más estimadas, como es consiguiente; y por esta causa en la acequia se ha subido la aranzada a mil y quinientos reales, lo que da para las sesenta y cuatro necesarias a su establecimiento la cantidad de noventa y seis mil reales vellón.

Coste del nuevo proyecto

Los datos que anteceden sobre el valor de las obras de tierra y terrenos ocupados con los cómputos del importe de las obras de fábrica, arreglados a la naturaleza y circunstancias de cada una, teniendo presentes los precios del país, dan una idea bastante exacta de la cantidad total a que asciende el siguiente

PRESUPUESTO APROXIMADO

	Reales vellón
Obras de tierra.	9.509.451
La esclusa de toma de aguas y salida al río con el bocal. . . .	800 000
Reparación de la presa y obras adyacentes en las márgenes. . .	300.000
	10 609.451

Dos esclusas en San Jerónimo y tres de bajada al río a 300.000 reales cada una.	1.500.000
Desembocadura en el río y demás obras accesorias.	200.000
Tres puertas de precaución. . . .	40.000
En lachones o compuertas para los tres desagües de fondo y el aliviadero.	100.000
Tres puente canales o acueductos de un solo ojo.	360.000
Seis alcantarillas.	150.000
Nueve puentes de paso de diez y ocho pies entre pretiles. . . .	405.000
Almenaras, brazales, partidores, azarbes, etc.	1.200.000
Seis casas de escluseros y guardas.	100.000
Adquisición de quinientas cuarenta y una aranzadas de tierra para el canal.	541.000
Importe.	15.205.451
Obras de tierra.	741.960
Toma y caídas de agua.	80.000
Puentes de precaución en la toma y Tamargüello, con desagüe de fondo en este arroyo y aliviadero en el Tagarete.	60.000
Cinco alcantarillas de diferentes clases.	95.000

Un puente de treinta pies entre pretiles en la carretera general y otro al veinticuatro para el camino de Utrera.. . . .	70.000
Cinco puentes de catorce a diez y ocho pies entre pretiles para los caminos vecinales o rurales.	85.000
Almenaras, brazales, etc	350.000
Cuatro casas de guardas	40.000
Adquisición de sesenta y cuatro aranzadas de tierra para la acequia.	96.000
Importe.	1.617.960
» del canal. . .	15.205.451
Total del coste. . . .	16.823·411

Canal.	Vara lineal de las obras de tierra.	215
	Idem con inclusión de las de fábrica.	345
Acequia.	Idem de las obras de tierra.	54
	Idem con inclusión de las de fárica.	117

Notas.—1.º El importe del terreno ocupado por los brazales no se ha incluido en el presupuesto por no haberse determinado su situación; sin embargo, podrá asegurarse que no bajará de trescientos a trescientos cincuenta

mil reales el canal y la acequia, pues tendrán que pasar en algunos parajes por terrenos de mucho valor

2.º Tampoco se ha hecho mención de los imprevistos que. estando generalmente admitido el diez por ciento. ascienden a la cantidad de un millón seiscientos ochenta y dos mil trescientos cuarenta y un reales vellón.

Comparación de coste de los proyectos

El presupuesto general, publicado en la memoria de 1820. determina un importe para la derivación de Alcolea, que después rectifica su autor en el suplemento a la misma de 4 de Agosto de 1827, adicionando algunas partidas que faltaban, sin alterar la sección: y en consecuencia el coste, que era de diez y seis millones ochocientos treinta y nueve mil ciento setenta y un reales, sube a la cantidad de diez y nueve millones doscientos mil. Ateniéndonos a este último resultado y comparándolo con el del presupuesto anterior, se encuentra en favor de este una diferencia de dos millones trescientos setenta y seis mil quinientos ochenta y nueve reales.

Aunque esta puede reputarse como considerable, si se atiende únicamente a las cantidades comparadas, se verá que viene a desaparecer. teniendo presente: 1.º que las variacio-

nes introducidas en el trazado acortan su longitud; 2.° que la sección trasversal es menor; 3°. que por ambas causas se disminuyen los desmontes; 4 ° que en la parte de canal correspondiente a la Cruz del Campo, se reducen sus dimenciones a las de una acequia; 5.° que algunas obras de fábrica sufren rebaja en su coste y 6.° que igualmente la hay en el precio de los terrenos ocupados.

Estas modificaciones, hechas de propósito para conseguir la mayor economía, sin que por ellas deje el canal de cumplir su principal objeto, han producido realmente la diferencia indicada, pues aunque en la valuación de las obras no haya una absoluta identidad, esta sola circunstancia no habría influído en tanto grado que hubiésemos dejado de obtener un importe casi igual al encontrado por el señor de Larramendi.

Aumento de altura de la presa

La derivación de Alcolea se ha propuesto tomando el estado natural de las aguas con arreglo a la presa existente; claro es que, si su cresta se alzase, podrían reducirse los desmontes, levantando la solera, del vaso, una cantidad igual al aumento de la altura: el proyecto permanecería el mismo, a excepción de la parte baja, que sería indispensable aproximarla a

terrenos más elevados para evitar terraplenes que disminuirían la ventaja obtenida en los desmontes, sin que por esta variación de trazado se consiguiese extender mucho los riegos y subsistiendo casi lo mismo la navegación y la fuerza motriz

Pasemos ahora a tratar la cuestión de la presa en sí misma y respecto a las avenidas. Hacia el paraje en que está situado el mo ino, tiene una caída de diez o doce pies, y no puede ser mayor; si se observa que un islote natural forma parte de ella; la construcción es mediana y está sujeta a frecuentes reparaciones en su larga línea. Ahora bien: si un pequeño aumento de altura de dos o tres pies se considerase como posible, no sería lo mismo el de seis a ocho, que es el mínimo conveniente para obtener alguna ventaja positiva; este último aumento, costoso y difícil, sería de éxito muy dudoso, porque en una presa mal construída es casi imposible conseguir la perfecta unión de la obra nueva con la antigua, mucho más si se atiende a que aumentarían las causas de deterioro, siendo mayor la presión de las aguas y su caída.

Más económico sería construir una presa nueva de menor línea y mejor dispuesta, si había de contarse en todos tiempos con la seguridad de derivar el agua necesaria para la alimentación del canal; pero, aún suponiendo aceptada esta idea, subsistiría el inconveniente

de las avenidas, cuyos desastrosos efectos llegarían a ser incalculables en los terrenos comprendidos por el torno de Alcolea; un obstáculo de veinte pies de elevación, opuesto a la corriente de las aguas extraordinarias, produciría daños considerables en las vegas bajas, y aún aquellos que hubiesen acontecido del mismo modo bajo las circunstancias actuales se achacarían a la altura de la nueva presa.

Una larga experiencia de las grandes avenidas del Guadalquivir, con la relación a su álveo y márgenes, ha dado a conocer para las presas construídas una altura que no puede excederse sin comprometer la estabilidad de la obra, causando desgracias y perjuicios de transcendencia en las heredades y caseríos próximos al río. Bien es verdad que en el caso de nueva construcción pudiera adoptarse un sistema de alzas móviles; pero este ingenioso medio, ensayado en la navegación de los ríos para hacer las presas altas o bajas a voluntad, según convenga al estado de las aguas, no se ha aplicado hasta ahora para fijar un nivel que sea verdadero límite y regulador de las obras en los canales de derivación.

En vista de todo, y bien persuadido de que las ventajas obtenidas para el proyecto no compensan en manera algunas los inconvenientes, he preferido abandonar esta idea, ciñendo mi propuesta a conservar la altura de la presa, tal y como está en el día, bajo el supuesto de re-

pararla completamente para evitar todo accidente de degradación que pudiese cortar o disminuir las aguas del canal.

Rendimientos.—Navegación

Para conocer los rendimientos es indispensable hacer por separado algunas consideraciones sobre los tres ramos de navegación, regadío y fuerza motriz, con el fin de apreciar sus respectivas utilidades. Ya se ha visto que la velocidad es de treinta pulgadas, duple de la del proyecto formado anteriormente: la que se considera como mínima para que las aguas no experimenten alteración en los países meridionales es de veinte pulgadas: de modo que no habrá recelo en cuanto a la salubridad y mucho menos en las aplicaciones agrícolas e industriales; antes, por el contrario, podrían emplearse las aguas dentro de la población para usos análogos y los de la policía urbana, sin el menor inconveniente. También se ha observado que bajo una sección, como la del canal de Castilla, pasaba un volumen de agua muy superior a las atenciones del nuevo proyecto: acaso se diría que la velocidad era excesiva para navegar contra corriente. Y aunque a esto pudiera oponerse el ejemplo de los canales de Italia y la opinión de ingenieros de mucho crédito, prescindiré de ambas cosas para averiguar el grado de fuerza de esta objeción.

Se ha reconocido que la velocidad de veinte pulgadas tiene una influencia insignificante en el arrastre, la cual no puede asegurarse de la de treinta; sin embargo, se observará que hay una notable diferencia entre la navegación descendente y ascendente. Los efectos transportados por la primera son en gran número, muy voluminosos y pesados, bien se consideren como objetos de exportación o como necesarios al abastecimiento de una gran capital en todos sus ramos de consumo; mientras que los de la segunda, propiamente de importación y cambio de productos, son en corto número, menos voluminosos y pesados; de donde resulta que los barcos que bajen con carga entera, subirán a media carga, y no pocas veces de vacío, y siendo muy diferente el calado en estos casos, variaría mucho la fuerza de tracción o de tiro, si no viniese a equilibrarla en cierto modo la dirección de la velocidad, que juntamente favorece el arrastre en la bajada, contribuyendo a vencer el aumento de resistencia del mayor calado.

Lo expuesto me parece suficiente para disipar las dudas suscitadas con este motivo; ahora pasaremos a determinar el porte de los barcos, y puesto que la vía de agua es análoga a la del canal de Castilla, no estará de más una sucinta reseña de las opiniones consignadas por los ingenieros a quienes se ha sometido el examen de este asunto.

En 1774 cada barca cargaba doscientos cuarenta quintales; en 1801 se aumentó el porte a ochocientas fanegas, que equivalen próximamente a setecientos veinte quintales; en 1821 se quiso subir a mil doscientos y hasta mil quinientos quintales, pero esta carga se ha mirado siempre como muy exagerada y no ha tenido efecto: la mayor que ha podido obtenerse en barca determinada es la de novecientos quintales. Sin duda por esta causa, en 1822 se propusieron las cargas de mil a mil doscientas fanegas, que hacen de novecientos a mil ochenta quintales. Se ve, pues, que no pueden admitirse barcas de cincuenta toneladas sin aumentar la sección o vía de agua de nuevo proyecto, trastornando completamente los datos adoptados como más ventajosos para su formación; en este concepto las barcas mayores no excederán de cuarenta toneladas, que equivalen a ochocientos quintales o tres mil doscientas arrobas, como la carga más conveniente, atendidas todas las circunstancias del canal.

El porte por arroba y legua varía mucho; si se toma el de dos maravedises, es indispensable tener presente que el combustible, los materiales de construcción, las máquinas y útiles de la industria y agricultura y los abonos de esta, deben pagar menos: y así será preciso rebajarlo a 1'50 maravedises, que representará un precio medio. En el caso de trans-

porte entre los extremos del canal las leguas son 6'50 y cada arroba costará 9'75 maravedises; no siendo posible que todas las barcas sean del máximo porte, ni que recorran toda la línea, ni que naveguen con carga entera, se ha supuesto que entre los de subida y bajada completan como término medio de trayecto quince mil arrobas en cada un día de los doscientos que se reparten laborables y útiles en el año, lo que dará para el producto de la navegación ochocientos sesenta mil doscientos noventa y cuatro reales, cuya cantidad es bien seguro que no podrá obtenerse en muchos años.

Regadío

Los productos de este ramo pudieran ser cuantiosos si fuese posible concebir una pronta transformación en las prácticas de cultivo de las inmediaciones de Sevilla; exceptuando algunas huertas y posesiones de corta extensión, las ventajas del riego son desconocidas para los labradores en grande, quienes repugnarían la división de la propiedad territorial que aquel exige para su mejor aprovechamiento. El riego de los jardines y arbolados públicos, cuya conservación cuesta en el día grandes sumas al Ayuntamiento, se obtendría muy económicamente con las aguas del canal, a no ser por el importe de las obras necesarias para conse-

guirlo, que viene a destruir en mucha parte tan ventajosa aplicación.

Si las utilidades del riego hubiesen de calcularse solamente por lo que cuesta el agua de noria o de la máquina de vapor del paseo de Bellaflor, todavía pudiera conseguirse la sustitución de estas aguas por las del canal, pero no debe perderse de vista que en esto se envuelve la suerte de algunos capitales, como son el valor de las máquinas y enseres los edificios y estanques, la fábrica de los pozos y las obras de distribución del agua.

En estas últimas hay que señalar un error notable, originado por la situación de la citada máquina de vapor, sin que sea mi intento inculpar en lo más mínimo a las personas que con tanto celo y perseverancia procuraron amenizar las inmediaciones de Sevilla. La causa de este error fué hasta cierto punto disculpable: los mejores de los jardines y paseos empezaron por los de la Bellaflor: allí se tocó primero la dificultad del agua y allí se procuró satisfacerla con la colocación de la máquina. Pero después se extendieron las mejoras a nuevos paseos, y no sin gran trabajo pudieron llevarse las aguas al de Cristina, frente de San Telmo, sin que hayan podido extenderse a los arbolados de la ronda ni a los paseos de las puertas de Triana y de la Barqueta. Si en lugar de considerar parcialmente estas mejoras se hubiese hecho con grandes miras, compa-

rando sus relaciones y dependencia en el orden de ejecución, indudabiemente hubiera sido esta la más perfecta y económica. Con sólo haber situado la máquina de vapor más arriba de la Barqueta, todos los inconvenientes se hubieran remediado, las obras de conducción y distribución de aguas de la máquina se utilizarían para el presente proyecto, mientras que en el día, encontrándose en sentido opuesto y con pendientes inversas, casi todas serían inút les para servirse de las aguas del canal

Estos inconvenientes pueden mirarse como otros tantos obstáculos que se oponen a utilizar inmediatamente las aguas destinadas al regadío; y por lo mismo es necesario asignarles un precio muy arreglado que sirva de estímulo a esta importante mejora de la agricultura Para determinarlo por analogía es forzoso recorrer los riegos existentes y los proyectos aprobados con el fin de establecerlos. No pueden servir a nuestro propósito las tierras entancadas en que los gastos de acequia y demás se satisfacen por derramas hechos entre los regantes, como sucede en Valencia, Murcia y una parte de Aragón y Cataluña; ni tampoco el abuso escandaloso de la venta del agua en pública subasta, como se practica en Lorca, porque ambos medios son inaplicables a la índole del proyecto que nos ocupa.

Más puntos de semejanza tienen con él las concesiones de los canales de riego de Tamari-

te y Guadarrama, en los cuales se fijó un canon anual por cierto número de riegos a determinada extensión de terreno. Bajo este principio, el ejemplo más análogo entre los riegos establecidos es el de las inmediaciones de Zaragoza, donde cuesta el riego de una caizada sesenta reales al año, y aunque la aranzada sea algo mayor, hemos adoptado este precio para calcular aproxidamente el producto del riego; y, tomándolo por tipo, el canon de las diez mil aranzadas ascenderá anualmente a seiscientos mil reales vellón.

No por esto se propone un canon fijo, que sólo ha podido tomarse como un dato prudencial e hipotético de que era necesario partir; lo contrario equivaldría a facilitar al cultivador activo e inteligente un beneficio con limitación, impidiéndole los adelantos que pasasen por un cierto término, pues no es posible suponer en una grande extensión la misma calidad de tierra, el mismo sistema de cultivo, las mismas producciones, etc.; estas circunstancias son muy variables y demuestran que la distribución de aguas no puede hacerse de una manera uniforme. El medio que salva este inconveniente es la fijación de un volumen de agua y su precio para cada región; los labradores podrán ajustarse con la compañía por los regones que necesiten, cuyos puntos se arreglarán al tiempo de la concesión, sin perjudicar los intereses de la empresa ni de los particulares.

Fuerza motriz

La que producen las caídas de agua merece la preferencia sobre todas, aún en los países donde es fácil la adquisición de máquinas de vapor y que abundan en combustible; para crear esta fuerza se emprenden obras costosas de empantamiento de aguas cuando no hay ríos perennes que las presenten en suficiente cantidad; y de esto pudieran citarse muchos ejemplos en Inglaterra, donde por lo mismo que la mecánica industrial tiene el mayor grado de adelantamiento, están en el caso de estimar debidamente las ventajas de esta fuerza motriz; no sucede así en España, pues hace poco que ha empezado a utilizarse con acierto este poderoso elemento de la industria

Y en verdad no pueden citarse ejemplos en las inmediaciones de Sevilla, sin que por esto desconozcamos que se desenvuelve un movimiento industrial muy semejante al que existía al tiempo del descubrimiento de la América, movimiento que no corresponde a los adelantos del día, pues aunque existe nmultitud de telares para tejidos de seda y lino, faltan las primeras materias y su primera preparación, importándose algunas de ellas del extranjero. Con el canal llegarán a evitarse estos perjuicios y el Gobierno dará el mayor fomento y protec-

ción al renacimiento de esta industria y a la creación de otras no menos importantes. Mas como sea preciso confesar nuestro atraso en las aplicaciones de la fuerza motriz, que por otra parte exigen capitales para máquinas, construcción de edificios, etc., no hemos procurado aumentarla como hubiera podido hacerse, ni hemos dado a la unidad dinámica más valor que el de cuatro mil reales, lo que crea un capital cuyos réditos ascenderán a ciento cincuenta mil doscientos cuarenta.

Resumen de los rendimientos del canal en cada año:

Navegación.	860.294
Riego.	600.000
Fuerza motriz.	150 000
	1 610.534

Los gastos de agua y sus utilidades

Para realizar esta comparación prescindiremos de las unidades inferiores al millar, bajo cuyo supuesto se han encontrado números para expresar las relaciones en esta forma: navegación 2,50, riego 32 y fuerza motriz 1.152. Como debía suceder, el de la navegación es el menor, mientras que los dos restantes aumentan considerablemente: esta desproporción desanimaría para emprender las dos últimas apli-

caciones, miradas aisladamente como utilidades del proyecto; pero ha razones de otra especie y de suma importancia que vienen a equilibrar esta desventaja.

Las tierras de regadío valen veinte, treinta y hasta cuarenta veces más que las de secano, creciendo los productos de la agricultura casi en igual proporción, y lo mismo pudiera decirse de la fuerza motriz, como primer elemento indispensable al desarrollo de la industria. Estos incrementos de riqueza y prosperidad no pueden obtenerse sin que el Estado auxilíe la ejecución de los proyectos de utilidad general que por sí solos no pueden realizarse como resultado de una especulación mercantil.

Del capital

Los rendimientos máximos de la derivación de Alcolea, bajo las hipótesis establecidas, ascienden a un millón seiscientos diez mil quinientos treinta y cuatro reales vellón; en los primeros años es materialmente imposible contar con esta cantidad y, aún después de pasado el décimo, apenas llegará a completarse; y tanto por esto como porque la administración costará de diez a quince por ciento, los gastos de entretenimiento o de conservación y reparación subirían, anualmente, a treinta y dos mil reales por legua de veinte mil pies; según las

observaciones hechas en los canales de Francia no será exagerado reducir a ochocientos mil reales anuales el producto neto de las utilidades de un largo período de tiempo Y siendo el capital, con inclusión de los imprevistos, representado en números redondos, de diez y ocho millones quinientos mil reales, suponiendo que la obra dure cuatro años y que haya de aprontarse por cuartas partes, al principio de cada uno, con el interés del seis por ciento, la acumulación de este lo convertirá a fin del cuarto año en veintiún millones cuatrocientos mil reales vellón. Es bien evidente que con la renta de ochocientos mil no se puede amortizar el capital en un cierto número de años abonando sus réditos, ni con aplicarse indefinidamente a este objeto se conseguiría levantar dicho capital, porque aquella suma representa el 3 70 por 100, a cuyo precio y sin reembolso no habría nadie que entregase su dinero; luego es imposible que el canal se realice sin que el Gobierno asegure el déficit o contribuya con los medios que estén a su alcance a disminuir el coste inicial del proyecto.

Entre los capitales pertenecientes al Estado y los de la fortuna particular hay una notable diferencia; los primeros pueden ser improductivos con relación a su empleo, mientras que en los segundos su existencia y utilidades tienen por necesidad que asegurarse en los rendimientos directos de la aplicación. Aclare-

mos esta idea por medio de un ejemplo: Hasta el año 1800 iban gastados en el canal de Castilla más de ochenta millones, y no será exagerado suponer que a la expedición de la Real cédula de 17 de Marzo de 1831 ascendían a noventa. Al formar la empresa para su conclusión no se tuvo en cuenta este capital, o lo que es lo mismo, se consideró muerto, pues no podía entrar en participación de los rendimientos directos del canal; por otra parte, no habrá quien se atreva a poner en duda los beneficios que esta obra ha traído a varias provincias de de Castilla, recogiendo el erario el fruto de aquel aparente sacrificio, con la ma or facilidad de cubrir las cargas públicas.

Casi todas nuestras vías de comunicación se encuentran en circunstancias análogas, aunque no en igual grado, porque su naturaleza no es la misma, ni la España actual es la de mediados del siglo XVIII.

Bien sea efecto de las ideas dominantes de la época, bien porque se busque en nuestro país la inversión de capitales excedentes de otros, o porque sea irresistible en la especie humana el espíritu de imitación, es innegable que existe un prurito de empresas y proyectos, cuyas concesiones van sucesivamente caducando, o se intenta la trasmigración en otras, tal vez tan poco acertadas como los principios a que debieron su origen. Y no se repute como leve inconveniente desgastar la acción admi-

nistrativa con resoluciones que, a pesar de dictarse con la más loable intención, han originado quebrantos positivos en el orden social, lo que ha hecho aparecer algún síntoma de reacción en las ideas, pues el mundo moral tiene muchos rasgos de semejanza con el físico. ¿Qué se ha hecho con la concesión de los canales de Tamarite y Guadarrama? ¿En qué han venido a parar algunas sobre caminos de hierro? ¿Cuál es el estado de los proyectos de navegación de los ríos Ebro, Duero, Tajo y Guadalquivir? Ejemplos tan irrecusables, si no representan otra cosa, demuestran por lo menos que estas empresas útiles para el país, tales como se han concebido, no han pasado hasta ahora de una pura ilusión.

Quede, pues sentado que el proyecto de canal entre Alcolea y Sevilla no puede llevarse a cabo en la actualidad sin la concurrencia o cooperación del Gobierno.

La derivación de Alcolea. como vía de agua

Los extremos de las líneas navegables deben coincidir con puntos de grande movimiento mercantil e industrial: el inferior de la derivación reúne esta circunstancia en alto grado, por estar en contacto con una ciudad populosa y unido a un puerto de comercio de bastante concurrencia: no sucede lo mismo al

superior, que tocando a un pueblo de escasa o ninguna importancia bajo todos aspectos, ni siquiera se reúnen en él comunicaciones perfeccionadas por el arte, pues en la extensa vega del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla no se conocen en el día otros caminos que los del origen de los pueblos.

El transporte se hace a lomo por medio de recuas, que unas bajan de las provincias de Córdoba y Ciudad Real y otras de las de Cáceres y Badajoz. Las primeras, pasando por Alcolea, encontrarían el principio del canal a una jornada de Sevilla, mientras que las segundas, después de atravesar Sierra Morena, pasan la mayor parte el Guadalquivir por Cantillana y no encontrarían el canal hasta Brenes, a poco más de media jornada de la misma ciudad. Se ve, pues, que en ambos supuestos no acomodará a la arriería dejar las cargas en el canal para regresar de vacío; y si bien es cierto que con llegar a Sevilla tendrá más gastos, también lo es que tiene más probabilidad de retorno, si ya no lo tuviese convenido de antemano; de modo que sólo los transportes concertados con la empresa para obtener la ventaja de ir directamente al puerto, serán los únicos efectos arrastrados por el canal. Y no se piense en la posibilidad de dar al bocal por medio del arte la importancia que le falta, construyendo almacenes de depósito o abriendo caminos, porque nada podrá contrabalancear las circunstancias

indicadas: por tanto, es indispensable poner remedio a este defecto capital del proyecto.

Dos leguas más arriba de Alcolea se encuentra la villa de Lora, capital de partido de más de mil seiscientos vecinos, sobre cuyas circunstancias repetiré lo que dijo el señor Larramendi. Su asiento en la margen derecha del Guadalquivir, casi arrimada a la sierra, en un terreno llano, pero algo más elevado que el resto de las vegas, después de proporcionar suma limpieza y salubridad, goza de un horizonte extendido de las más agradables y variadas vistas, y la extensión de sus hermosas vegas, unida a los innumerables recursos que ofrecen las sierras de todos los medios de satisfacer las necesidades y regalos de la vida. Hecho el canal y algunas otras comunicaciones será uno de los pueblos inferiores más ricos, amenos y deliciosos de todo el reino.

Con presencia de esto, no puede desconocerse que Lora mejoraría en gran parte las desventajosas circunstancias de Alcolea como principio del canal, sobre todo si se promueve la construcción de las carreteras provinciales de Córdoba a Sevilla por Lora y la transversal que parte de esta villa a Extremadura por Constantina hacia Llerena.

En este supuesto, aceptemos por un momento la derivación de Alcolea con el fin de prolongar la navegación hasta Lora lo que puede conseguirse de tres modos: 1.º por el

superior, que tocando a un pueblo de escasa o ninguna importancia bajo todos aspectos, ni siquiera se reúnen en él comunicaciones perfeccionadas por el arte, pues en la extensa vega del Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla no se conocen en el día otros caminos que los del origen de los pueblos.

El transporte se hace a lomo por medio de recuas, que unas bajan de las provincias de Córdoba y Ciudad Real y otras de las de Cáceres y Badajoz. Las primeras, pasando por Alcolea, encontrarían el principio del canal a una jornada de Sevilla, mientras que las segundas, después de atravesar Sierra Morena, pasan la mayor parte el Guadalquivir por Cantillana y no encontrarían el canal hasta Brenes, a poco más de media jornada de la misma ciudad. Se ve, pues, que en ambos supuestos no acomodará a la arriería dejar las cargas en el canal para regresar de vacío; y si bien es cierto que con llegar a Sevilla tendrá más gastos, también lo es que tiene más probabilidad de retorno, si ya no lo tuviese convenido de antemano; de modo que sólo los transportes concertados con la empresa para obtener la ventaja de ir directamente al puerto, serán los únicos efectos arrastrados por el canal. Y no se piense en la posibilidad de dar al bocal por medio del arte la importancia que le falta, construyendo almacenes de depósito o abriendo caminos, porque nada podrá contrabalancear las circunstancias

indicadas: por tanto, es indispensable poner remedio a este defecto capital del proyecto.

Dos leguas más arriba de Alcolea se encuentra la villa de Lora, capital de partido de más de mil seiscientos vecinos, sobre cuyas circunstancias repetiré lo que dijo el señor Larramendi. Su asiento en la margen derecha del Guadalquivir, casi arrimada a la sierra, en un terreno llano, pero algo más elevado que el resto de las vegas, después de proporcionar suma limpieza y salubridad, goza de un horizonte extendido de las más agradables y variadas vistas, y la extensión de sus hermosas vegas, unida a los innumerables recursos que ofrecen las sierras de todos los medios de satisfacer las necesidades y regalos de la vida. Hecho el canal y algunas otras comunicaciones será uno de los pueblos inferiores más ricos, amenos y deliciosos de todo el reino.

Con presencia de esto, no puede desconocerse que Lora mejoraría en gran parte las desventajosas circunstancias de Alcolea como principio del canal, sobre todo si se promueve la construcción de las carreteras provinciales de Córdoba a Sevilla por Lora y la transversal que parte de esta villa a Extremadura por Constantina hacia Llerena.

En este supuesto, aceptemos por un momento la derivación de Alcolea con el fin de prolongar la navegación hasta Lora lo que puede conseguirse de tres modos: 1.° por el

río, 2.º por un canal sobre la derecha de este y 3.º con otro por la izquierda.

El primer medio no tendría un coste inicial excesivo, pero las frecuentes reparaciones de las obras vendrían a hacerle por último más gravoso; además de la presa del molino de la Peña de la Sal habría que construir dos y habilitar el paso de las barcas por la de Lora, aprovechando su remanso para formar el fondeadero y los muelles; en las inmediaciones del castillo el río carece de las circunstancias convenientes para que las barcas puedan estacionarse con seguridad; las faenas de carga y descarga serían incómodas y hasta el acarreo a la población ofrecería dificultades por estar muy bajo el punto de atraque. Las contingencias de la navegación fluvial y el alargamiento de la vía cuatro leguas más por las sinuosidades del río, subsistirían lo mismo. El segundo medio consiste en un trozo de canal P. Q., derivado de la presa de Lora o alimentado por las aguas de las vertientes de la sierra, con cerca de tres leguas de longitud e igual número de esclusas para bajar a la tabla de la presa de Alcolea. La dirección es costosa y difícil, la alimentación de las aguas de la sierra es insegura, la circunstancia de cruzar la navegación el río es también un inconveniente que sólo se arrostra en situaciones forzosas; y, por último, habría que cortar con el canal el nuevo brazo de Zairón. El tercer medio, atravesando el tor-

no de Alcolea, después de hacer una corta que abriese al río nueva madre, como se demuestra por la línea P. R., tiene todavía mayores inconvenientes que el segundo: por consiguiente, ninguno de los tres llena bien el objeto.

Una ventaja tiene, sin embargo: la de dividir la derivación de Lora en dos partes; con la inferior se obtienen las utilidades que hemos dado a conocer, independientes de la navegación; y si por cualquiera circunstancia no se efectuase la superior, en nada podría influir en aquella. Pero al propio tiempo, el coste de dichas partes es próximamente igual al de la derivación directa de Lora por la izquierda, cuya superioridad nos proponemos dar a conocer.

La derivación de Lora y la de Alcolea

Cuando sin atender más que a consideraciones económicas y de tiempo, opiné por la preferencia de la derivación de Alcolea, lo hice en el supuesto de las utilidades que reunía el proyecto del señor Larramendi: al estudiar este sobre el terreno, teniendo a la vista lo que se ha publicado recientemente sobre los canales de riego y navegación de Italia, cuyo clima es tan análogo el de nuestras provincias meridionales, me convencí de la necesidad de aumentar la pendiente y muy luego

observé con el nivel en la mano que se reducía mucho la extensión de terreno regable; y como este punto sea el fin político más importante del proyecto, es evidente que el modo de satisfacerlo más cumplidamente es levantando la traza, lo que no puede conseguirse con la alteración introducida en la velocidad sino por la derivación de Lora. Esta reflexión por sí sola hace inadmisible cualquier proyecto que atraviese el río por el remanso de la presa de Alcolea, resultando el más ventajoso de todos los de Lora, sobre el cual deberá fijarse la atención.

Acaso se dirá que, habiéndose venido a desechar la derivación de Alcolea, el examen de sus pormenores es un trabajo inútil; además de que semejante objeción está contestada por ella misma, porque en asuntos de esta naturaleza no se conoce otro camino para elegir lo mejor; debe observarse que se han resuelto muchas cuestiones aplicables a la derivación directa de Lora. En efecto, la toma de aguas del canal y su desembocadura en el río, se encuentran en idénticas circunstancias; todo lo que se ha manifestado respecto a la pendiente, a las obras de tierra y fábrica, a la acequia de riego y a los rendimientos, tiene una aplicación inmediata al proyecto de Lora. La dirección de la traza sin dejar la ladera izquierda, siguiendo paralelamente a poca distancia la de Alcolea, produce no obstante una diferen-

cia de que vamos a ocuparnos, y más adelante se dará idea de la parte comprendida entre Lora y Guadajoz que en la actualidad requiere un nuevo examen.

La sección fluída del proyecto de Alcolea es constante, por ser corto el gasto del riego que directamente depende del canal, antes de sacar la acequia de las cercanías de Sevilla: no sucede lo mismo con la derivación de Lora, en que los riegos pueden empezar desde el término de Tocina con un gasto de bastante entidad, mirada desde este aspecto, consta de dos partes distintas: la primera comprendida entre el bocal y el primer punto de distribución de agua, es propiamente un canal de traída, y la segunda constituye un verdadero canal de riego. El 1.º será de sección constante y el 2.º la tendrá variable, sin que por esto pueda ser menor que la propuesta para la derivación de Alcolea, considerada como la mínima que exige el servicio de la navegación.

El canal de Lora

Luego que me acerqué a Sevilla con las operaciones y pude combinar los datos adquiridos, me persuadí de la conveniencia de hacer un rápido reconocimiento desde Lora, pero los quebrantos que experimenté en mi salud, por resultas de los trabajos del campo, prac-

ticadas en lo más crudo del invierno me lo impidieron; así me limitaré a describir sucintamente esta derivación, valiéndome de lo que sobre ella tiene manifestado el señor Larramendi, cuyos datos merecen la mayor confianza, y por lo que tuve la ocasión de observar sobre el terreno con motivo del reconocimiento del Guadalquivir

El bocal o toma de aguas se establece en la margen izquierda entre la barca y presa de Lora, siendo ésta la mejor construída de cuantas existen hasta ahora en el Guadalquivir; por ser el ribazo alto, la caja del canal necesita un desmonte bastante profundo en la primera legua. Antes de Guadajoz tiene que pasar seis cursos de agua entre arroyos y quebradas de poca consideración, sin incluir el río Corbones que baja por la extensa vega de Carmona, sobre el cual se necesita un puente canal; en su inmediación, la caja viene sobre terraplén hasta encontrar los cerros en que está situado el pequeño pueblo de Guadajoz, en donde hay que hacer una excavación profunda y alguna parte de ella en terreno de mala calidad; después la continuación del canal no presenta inconveniente, y en vista de todo el señor Larramendi calculó su coste en treinta millones.

El punto de dificultad es el paso del terreno inmediato a Guadajoz; según he observado, la traza puede llevarse por el borde del ba-

rranco que cae al río, haciendo el oportuno desmonte para introducir la caja en el terreno natural, por cuyo medio se economiza muy cerca de la mitad, o por lo menos el tercio del coste que tendría el canal internado en los cerros; mas para adoptar definitivamente esta alteración, es indispensable cerciorarse bien de que la obra resultará con la estabilidad conveniente. Se ha demostrado en el reconocimiento del Guadalquivir que su lecho varía ganando terreno la margen cóncava, hasta que una combinación de circunstancias de la naturaleza viene a presentar una resistencia invencible a la acción erosiva de las agnas; entonces se modifica ésta y obra cortando el itsmo de los Tornos, como se ha verificado en Alcolea por el Zairón; esto prueba que el barranco de Guadajoz está mu consolidado, que hace tiempo ha resistido a las corrientes de las avenidas sin socavaciones ni derrumblos, y por efecto de aquel rompimiento, las aguas que lamen su pie disminuirán de profundidad. El río ha mejorado por sí mismo las desventajosas circunstancias que antes tenía esta localidad en favor del proyecto de Lora.

Con tales antecedentes pasaremos a averiguar su coste aproximado: desde Guadajoz hasta la entrada del río se toma el importe de la derivación de Alcolea, y para averiguar el de las tres primeras leguas, se adopta el precio medio que se ha deducido para la vara lineal;

a estas cantidades hay que añadir el coste del ramal de acequia para el Ranilla, el del aumento de longitud de los brazales, y el mayor gasto que pueden ocasionar las obras en el paso del río Corbones y cerros de Guadajoz, que entra como uno de los imprevistos, de cuyo modo se hallará para el coste aproximado de la derivación de Lora:

	Reales vellón
Por 20.000 varas de canal de todo coste entre Lora y Guadajoz. r 345 reales vara. . .	6.900.000
Desde Guadajoz a Sevilla, con inclusión de la acequia de riego.	16.823.411
Por el ramal de Ranilla, aumento de longitud en los brazales e imprevistos..	3.276.589
Total. . .	27.000.000

La diferencia de tres millones en favor de esta suma, respecto a la encontrada por el señor Larramendi, proviene principalmente de reducir la sección transversal, como consecuencia del aumento de pendiente.

Veamos ahora los rendimientos: el producto de la navegación puede subirse una mitad más del encontrado para el proyecto de Alcolea, respecto al aumento de longitud de la ría y las ventajas de Lora; y aunque se realice

con el tiempo, como es de esperar, un camino de hierro de Córdoba a Sevilla, perjudicaría muy poco a dicho producto, porque el transporte de los efectos de exportación, en que fuese indiferente la velocidad, se haría por el canal con más economía, pudiendo ir directamente al puerto de Sevilla. Para determinar el punto donde empiezan los riegos, observaremos que el nivel del remanso de la presa de Lora está más alto que el de la de Alcolea, treinta y cinco pies; la altura de la parte superior de la margen izquierda con el punto B. sobre las aguas del río es de treinta y tres pies, y como a las tres leguas que median entre dicho punto y Lora les corresponden nueve de pendiente, la casa de aguas del canal se encontrará superior al nivel del río veinte y seis pies, o, lo que es lo mismo, siete inferior a la superficie del terreno. Como éste desciende hacia el pueblo de Tocina, poco después de él tendrá lugar el principio de los riegos; en cuyo supuesto, la extensión regable llegará a ser muy cerca de un triplo; mas no por eso pueden crecer en la misma proporción los productos, porque en los terrenos separados de Sevilla, el canon debe ser menor; y a las dificultades que hemos indicado, se unirá la falta de población, harto escasa para las atenciones del cultivo actual.

Tocina no cuenta más que con trescientos ochenta y tres vecinos, Brenes doscientos cua-

renta: y aunque la villa de Cantillana tiene nuevecientos ochenta, está situada del otro lado del río: por estas razones, todo lo más que puede esperarse después de algunos años, es duplicar las utilidades del riego. Por último, la fuerza motriz subsistirá la misma, y en estos conceptos se encuentra el resumen de los rendimientos de la derivación de Lora en cada año.

	Reales vellón
Por navegación.	1.200.000
Por riego.	1.290.441
Por fuerza motriz	150.240
Total . . .	2 640.681

Fundados en lo que hemos dicho antes, se reducirá esta suma a un millón trescientos mil reales vellón: suponiendo que la obra se realice en seis años, y que el capital se invierta por sextas partes entregadas al principio de cada uno con un interés del seis por ciento, vendrá a convertirse, al fin del sexto año, en treinta y tres millones doscientos mil reales vellón: los rendimientos líquidos producen el 3,90 por 100 de esta cantidad, resultado que da lugar a consideraciones idénticas a las que se hicieron con motivo de la derivación de Alcolea.

Del capital y concesión a la empresa

En tal estado, parece lo más razonable fijar el desembolso de la empresa en dos tercios del capital o en diez y ocho millones de reales; esta cantidad se convertirá al fin del sexto año en veinte y dos millones cien mil reales, y aplicando la renta líquida del canal al pago de los intereses resultará el de 5,88 por 100 En los primeros años habrá dificultad en cubrir este rédito, y si después tiene algún aumento, justo será que se reparta por vía de premio o dividendo a los accionistas para que sirva de estímulo a esta empresa.

El Gobierno concurrirá con un tercio del capital o nueve millones de reales entregados por sextas partes al fin de cada año en metálico, o facilitará su equivalente en trabajo de confinados con arreglo a las bases establecidas en la parte adicional a la ordenanza general de Presidios. Pero siendo estos medios del Estado, la obra del canal no parece conveniente concederla por adjudicación hecha en pública subasta, con el fin de obtener alguna rebaja en los citados nueve millones de reales, cuya cantidad será la variable para el acto del remate; se considerará como mejor postor el que más la disminuya, y en su favor se otorgará la concesión.

Condiciones facultativas

Indicaremos los puntos facultativos que pueden incluirse en el pliego de condiciones.

1.º La derivación se hará en el paraje que se juzgue más conveniente de la margen izquierda del Guadalquivir entre la barca y presa de Lora.

2.º La desembocadura en el río se establecerá entre San Jerónimo y la puerta de la Barqueta.

3.º La línea del trazado vendrá toda por la ladera izquierda con la pendiente de 1/6,666 o 3/20,000; se hará horizontal en los últimos ocho mil pies, antes de llegar a las primeras esclusas, y la misma disposición tendrán los vasos inferiores para bajar al río.

4.º La sección transversal del primer tramo será variable, y en ningún caso podrá ser menor de cuarenta pies a flor de agua, ocho de profundidad y de uno y un cuarto a uno y medio de base por uno de altura en les escapes.

5.º La excesiva longitud de este tramo se dividirá por medio de puertas de precaución, aprovechando las localidades más ventajosas.

6.º La derivación de la acequia de riego para las inmediaciones de Sevilla se hará antes de las primeras esclusas, determinando su tra-

zado de manera que los riegos se extiendan a la vega del Ranilla y puedan pasarse las aguas a la izquierda del Guadaira.

7.° Todas las obras se proyectarán teniendo presente las indicaciones hechas sobre las mismas al describir la derivación de Alcolea.

8.° La construccion del canal y de la acequia del riego se hará en el término de seis años, contados desde el día en que se dé principio a los trabajos, sin incluir las obras accesorias de regadío y establecimientos industriales, que podrán ejecutarse dentro o fuera de dicho término, según mejor convenga a los intereses de la empresa.

9.° El plano general de proyecto se formará en la escala de 1/20,000, los particulares de los trozos en la de 1/5,000; en los perfiles longitudinales la escala de los planos a que se refieran servirá para los horizontales, y la de 1/400 para los verticales; de esta última se hará uso para construir los perfiles transversales. Los proyectos de obras de fábrica se formarán en la escala de 1/100, y si hubiese necesidad de dar a conocer detalles, servirán para su representación las de 1/50 y 1/25.

10° En el término de cuatro meses, contados desde la fecha del otorgamiento de la escritura del contrato, se presentarán al Gobierno para su examen y aprobación el plano general y los particulares indispensables para emprender la campaña de trabajos del primer

ño, durante la cual se prepararán los de la segunda con igual objeto antes de principiarla, y así se continuará hasta la conclusión de las obras.

11.° La empresa se conformará con las correcciones o alteraciones que se hagan en los planos, como consecuencia de aquel examen, sin que por aceptarlas pueda eludir su responsabilidad ni solicitar la menor indemnización.

12.° Si se reconociese la necesidad o conveniencia de modificar algún plano aprobado durante la construcción de las obras, la empresa hará la gestión oportuna al Gobierno, a fin de que éste, tomándolo en consideración, resuelva lo más conveniente, pero en ningún caso podrá la misma hacer por sí la menor variación en los planos aprobados, sin que proceda tan indispensable requisito.

13.° La inspección y recepción de las obras se hará en los mismos términos que está mandado para el canal de Castilla.

Conclusiones

Al presentar los datos recogidos sobre el terreno por este reconocimiento, se ha dado la idea de las circunstancias topográficas; y en vista de todo, hemos propuesto la traza que ha parecido más ventajosa para la derivación de Alcolea, tocando ligeramente cual correspondía

a la naturaleza del trabajo, todas las obras constituyentes de este proyecto preparatorio o de tanteo, para averiguar su coste aproximado y sus utilidades probables. Este examen ha venido a demostrar la preferencia de la derivación directa de Lora sobre la de Alcolea, por la mayor extensión que toma el terreno regable bajo la pendiente elegido como más apropiada al objeto, al clima y demás circunstancias locales; aunque no me ha sido posible operar en su trazado por razones antes indica das, he hecho una sucinta descripción de este proyecto valiéndome de la semejanza que guarda con el de Alcolea, del reconocimiento que tengo del terreno y de lo que había manifestado sobre el mismo asunto el señor Larramendi. En este escrito se ha procurado seguir cierto orden en las ideas, con el fin de que pueda considerarse como continuación de los trabajos de aquel acreditado ingeniero.

Por estos medios se ha logrado reunir las noticias y datos pertenencientes al canal de Lora a Sevilla, tanto en la parte facultativa como en la económica, las cuales son suficientes, en mi concepto, para que el Gobierno pueda fijar las bases necesarias a la formación de una empresa que se encargue de llevarlo a cabo; en el supuesto, que el proyecto definitivo y los particulares de las obras se han de someter al examen y aprobación del Gobierno en el modo y forma que se prevenga en el pliego de condiciones.

Al desempeñar esta comisión, no he tenido otra guía que mi buen deseo, y tal vez me haya excedido de lo que se pedía en la orden de la Dirección general; si así fuese, sírvame de excusa la importancia del asunto, y el convencimiento de que, realizado este proyecto, se acometerán otros no menos útiles que tienen relación con él, por cuyo medio se conseguiría aumentar la riqueza y prosperidad de las provincias meridionales. Madrid 25 de Abril de 1846. —*José García Otero.*

*
* *

Los lectores que hayan tenido la paciencia de imponerse de los artículos anteriores, estarán persuadidos de la importancia y atención que, en todos los tiempos, dedicaron los gobiernos y los hombres de ciencia a la navegación de nuestro río.

Si después de los trabajos y estudios hechos en los años 1842 y 44, que hemos dado a conocer, nada se ha hecho, ha sido, sin duda alguna, porque en aquel tiempo comenzaron a implantarse y generalizarse las vías férreas, con éxito extraordinario y grandes comodidades y ventajas para el público y el tráfico. Pero éste ha crecido y aumenta prodigiosamente, al punto que hoy resultan insuficientes y costosos

los transportes ferroviarios dificultando y entorpeciendo el desarrollo de muchos negocios e industrias y sin permitir, por la carestía de los fletes, la implantación de otras nuevas, sobre cuyos extremos no es necesario insistir, porque a diario se oyen las quejas del público y los hombres de negocios.

Por las razones, ya expuestas, del aumento considerable que tendrá el puerto de Sevilla, al terminar la corta de Tablada crecerá aún más el tráfico de aquella capital a esta, y como en ambas, por las obras de riegos que se ejecutan, la producción y, por consiguiente, los transportes, se multiplicarán, es evidente la necesidad de hacer navegable el río, para facilitar y abaratar el tráfico.

Las conclusiones de los estudios y antepro ectos publicados, demuestran, lo factible de la obra, pues si bien hoy existen industrias con aprovechamientos y derechos adquiridos en los saltos de Casillas, Posadas, Peñaflor, Peña de la Sal (Lora) y algún otro, que encarecerían la realización del proyecto, los ingenieros disponen actualmente de otros medios, recursos y conocimientos y enseñanzas, que compensen estas dificultades; por ejemplo, en los presupuestos del siglo pasado, figuran grandes sumas para las expropiaciones de los caminos de sirga en ambas márgenes del río, necesarios para que las caballerías remolcasen las lanchas, y este capítulo se puede suprimir hoy,

empleando, en las mismas barcas los pequeños motores de gasolina o petróleo, fáciles y baratos, que tienen la ventaja de su velocidad y de no emplearse ni gastar combustible, más que el tiempo útil.

Para el plan y proyecto de riegos del valle inferior del Guadalquivir, ya en ejecución, se realizan, en las provincias de Sevilla y parte de Córdoba, varias obras importantes, entre ellas un canal de largo curso, que muy bien pudiera ser aprovechable para nuestros deseos, puesto que, al utilizarlo, para transporte, en nada se perjudicarían los riegos.

Otro factor a tener en cuenta es el pantano del Guadalmellato, que prestará mayor caudal de agua al Guadalquivir.

Para el nuevo estudio de este proyecto, tenemos ya por base los datos y antecedentes de lo realizado en los años 42 y 44 del siglo pasado, y en la División Hidrológica del Guadalquivir podrán tomarse las cifras y notas de las medidas y observaciones hechas por los ingenieros en los últimos años, respecto a caudal, velocidad y nivel de aguas en diversos puntos, máximo de crecidas, derivaciones, y cuanto afecte al régimen actual del río.

En la Dirección general de Obras públicas, deben existir los antecedentes de las concesiones y aprovechamientos otorgados para riegos, industrias y otras aplicaciones, que suministrarán también datos importantes. Y en el mis-

mo centro radican los planes de riegos y pantanos, aprobados y en estudio.

Por último, los mapas del Instituto Geográfico, brindan, con sus exactos y minuciosos detalles, seguro y fácil medio de investigación y comprobación.

No parece, por tanto, difícil ni larga ni costosa la tarea de hacer un proyecto de navegación, ajustado a las circunstancias y necesidades actuales, relacionándolo con los demás proyectos aprobados y en curso, para harmonizar, en lo posible, todos os intereses, persiguiendo la conveniencia general.

Y ese estudio corresponde y debe hacerlo el Estado, por ser esta su misión, contando como cuenta con su ilustrado personal de ingenieros de caminos

Los gastos del mismo, serían de poca importancia, por los datos, antecedentes y estudios que se conocen, y por la transcendencia y beneficios de la obra bien merece que se le dedique igual atención que a otros proyectos, estudios y pensiones, de más dudosa utilidad.

Hecho y publicado el nuevo estudio y proyecto que, por los antecedentes conocidos, todo induce a esperar que sea viable, técnicamente, vendrán las estadísticas y los números a demostrar su parte económica, tanto en lo referente a los medios de ejecución como a la explotación y rendimientos probables, que si en todas partes, donde se utilizan las vías fluvia-

les, son buenos los resultados, con mayor razón deben serlo aquí, donde las tarifas de transportes son tan elevadas.

Aunque al referirnos a las ventajas y beneficios de los transportes por el río, sólo nombramos a las dos capitales interesadas, Sevilla y Córdoba, es evidente que también los disfrutarían todos los pueblos ribereños y muchos de la parte al Norte de Córdoba y al Sur de Sevilla, que habrían de utilizar el flete económico del río para algunas mercancías, puesto que los gastos de transbordo en Córdoba se compensarían con menores dispendios de carga y descarga en el puerto de Sevilla.

Y esta última capital, a cuyo puerto llegarán en breve grandes vapores, contaría con un mayor tráfico e ingresos, a virtud de esa navegación interior, de cuya actividad todos alcanzaríamos los beneficios.

Córdoba 4 Octubre 1913.—*D. S.*

